



**TUGAS AKHIR - TF 141581**

# **PERANCANGAN PENCAHAYAAN BUATAN PADA RUANG SEMINAR PERPUSTAKAAN ITS SURABAYA**

**PIETER KARUNIA DEO  
NRP. 02311440000068**

**Dosen Pembimbing :  
Ir. Heri Joestiono, M.T.**

**DEPARTEMEN TEKNIK FISIKA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
Surabaya 2018**

*“Halaman ini memang dikosongkan”*



***FINAL PROJECT - TF 141581***

***ARTIFICAL LIGHTING DESIGN  
IN CONFERENCE ROOM OF LIBRARY OF ITS  
SURABAYA***

***PIETER KARUNIA DEO  
NRP 02311440000068***

***Supervisor  
Ir. Heri Joestiono, M.T.***

***ENGINEERING PHYSICS DEPARTMENT  
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
Surabaya 2018***

*“Halaman ini memang dikosongkan”*

## **PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Pieter Karunia Deo  
NRP : 02311440000068  
Departemen / Prodi : Teknik Fisika / S1 Teknik Fisika  
Fakultas : Fakultas Teknologi Industri  
Perguruan Tinggi : Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul "Perancangan Pencahayaan Buatan Pada Ruang Seminar Perpustakaan ITS Surabaya" adalah benar-benar karya saya sendiri dan bukan plagiat dari orang lain. Apalagi di kemudian hari terbukti terdapat plagiat pada Tugas Akhir ini, maka saya bersedia untuk menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 06 Juli 2018  
Yang membuat pernyataan,



Pieter Karunia Deo  
NRP. 02311440000068

*“Halaman ini memang dikosongkan”*

**LEMBAR PENGESAHAN  
TUGAS AKHIR**

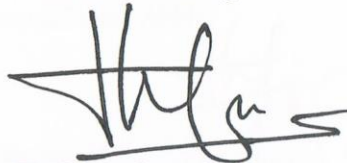
**PERANCANGAN PENCAHAYAAN BUATAN PADA  
RUANG SEMINAR PERPUSTAKAAN ITS SURABAYA**

**Oleh:**

**Pieter Karunia Deo**  
**NRP. 02311440000068**

**Surabaya, 06 Juli 2018**

**Menyetujui,  
Dosen Pembimbing**



**Ir. Heri Joestiono, M.T.**  
**NIPN. 19531116 198003 1 001**

**Mengetahui,  
Kepala Departemen  
Teknik Fisika FTI-ITS**



**Agus Muhamad Hatta, S.T., M.Si., Ph.D.**  
**NIPN. 19780902 200312 1 002**

*“Halaman ini memang dikosongkan”*



**PERANCANGAN PENCAHAYAAN BUATAN PADA  
RUANG SEMINAR PERPUSTAKAAN ITS SURABAYA**

**TUGAS AKHIR**




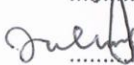
Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada

Bidang Studi Rekayasa Vibrasi dan Akustik  
Program Studi S-1 Departemen Teknik Fisika  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**PIETER KARUNIA DEO**  
**NRP. 02311440000068**

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir:

1. Ir. Heri Joestiono, M.T.  (Pembimbing)
2. Ir. Wiratno Argo Asmoro, M.Sc.  (Ketua Penguji)
3. Ir. Yerri Susatio, M.T.  (Penguji I)
4. Ir. Zulkifli, M.Sc.  (Penguji II)

**SURABAYA  
JULI, 2018**

*“Halaman ini memang dikosongkan”*

## **PERANCANGAN PENCAHAYAAN BUATAN PADA RUANG SEMINAR PERPUSTAKAAN ITS SURABAYA**

**Nama Mahasiswa : Pieter Karunia Deo**  
**NRP : 02311440000068**  
**Departemen : Teknik Fisika**  
**Dosen Pembimbing : Ir. Heri Joestiono, M.T.**

### **Abstrak**

Pencahayaan merupakan salah satu faktor penting dalam kenyamanan ruang atau lebih spesifik yaitu kenyamanan penglihatan. Kebutuhan pencahayaan diperoleh dari pencahayaan alami dan buatan ataupun kombinasi keduanya. Pencahayaan buatan dalam suatu ruangan sangat dibutuhkan apabila pencahayaan alami tidak mampu memberikan tingkat pencahayaan sesuai standart yang ada. Parameter seperti kuat penerangan dan kualitas warna perlu diatur untuk menghasilkan kesesuaian kebutuhan penglihatan di dalam ruang. Penelitian dilakukan pada Ruang Seminar Perpustakaan ITS Surabaya berdasarkan SNI 6197-2011 dan akan dilakukan perancangan pencahayaan buatan menggunakan simulasi software DIALux Evo. Tingkat pencahayaan buatan pada Ruang Seminar Perpustakaan ITS didapatkan sebesar 128 lux, dimana nilai tersebut masih kurang dari standar sebesar 300 lux. Dilakukan 3 perancangan dengan 3 jenis lampu yang berbeda dan 4 variasi reflektansi material sehingga terdapat 12 simulasi yang kemudian dilihat hasil yang paling optimal dari sisi kerapatan daya, tingkat pencahayaan, keseragaman. Hasil paling optimum yang didapatkan adalah pada perancangan 2 dengan reflektansi langit-langit 0,8; tembok 0,5; dan lantai 0,3 dengan nilai kerapatan daya 6,45 W/m<sup>2</sup>, tingkat pencahayaan *audience* 363 lux dan panggung 362 lux. Keseragaman sebesar 0,57 dan efikasi lampu 63 lm/W.

**Kata Kunci: pencahayaan buatan, kerapatan daya, tingkat pencahayaan, efikasi, reflektansi**

*“Halaman ini memang dikosongkan”*

## **ARTIFICIAL LIGHTING DESIGN IN CONFERENCE ROOM OF LIBRARY OF ITS SURABAYA**

**Name** : *Pieter Karunia Deo*  
**NRP** : *02311440000068*  
**Department** : *Teknik Fisika FTI-ITS*  
**Supervisors** : *Ir. Heri Joestiono, M.T.*

### ***Abstract***

*Lighting is one of the important factors in the comfort of space or more specifically the visual comfort. Lighting requirements are obtained from natural and artificial lighting or a combination of both. Artificial lighting in a room is needed if natural lighting is not able to provide the level of lighting according to the standard. Parameters such as strong illumination and color quality need to be adjusted to produce a fit of vision requirement in space. The research was conducted at Seminar Room of ITS Surabaya Library based on SNI 6197-2011 and will be done artificial lighting design using DIALux Evo software simulation. The level of artificial lighting at the Seminar Room of ITS Library was obtained at 128 lux, where the value is still less than the standard of 300 lux. 3 designs were conducted with 3 different types of lamps and 4 variations of material reflectance so that there were 12 simulations which were then seen the most optimum results from the power density, lighting levels, and concertity. The most optimum results obtained were on design 2 with a ceiling reflectance of 0.8; wall 0.5; and floor 0.3 with power density value  $6.45 \text{ W/m}^2$ , illuminance 363 lux on audience and 362 lux on stage. The uniformity of 0.57 and efficacy of the lamp is  $63 \text{ lm / W}$ .*

**Keywords :** *artificial lighting, power density, lighting level, efficacy, reflectance*

*“Halaman ini memang dikosongkan”*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya naikan kepada Tuhan Yesus yang telah memberikan kasih dan karunia-Nya sehingga Laporan Tugas Akhir dengan judul :

### PERANCANGAN PENCAHAYAAN BUATAN PADA RUANG SEMINAR PERPUSTAKAAN ITS SURABAYA

Pada kesempatan ini saya selaku penulis mengucapkan terima kasih, atas segala dukungan dan bantuan sehingga Tugas Akhir ini berjalan lancar, kepada:

1. Tuhan Yesus Kristus yang selalu memberikan kepada saya berkat kelimpahan dan anugrah yang tiada henti.
2. Papa, mama, cece serta segenap keluarga saya yang selalu memberi dukungan moral dan materiil
3. Bapak Agus Muhamad Hatta, S.T, M.Si, Ph.D selaku Kepala Departemen Teknik Fisika ITS.
4. Bapak Ir. Heri Joestiono, M.T. selaku Dosen Pembimbing yang sudah berkenan dan sabar membimbing, memberikan saran kritiknya
5. Kepala Perpustakaan ITS Surabaya yang sudah memberikan izin bagi saya untuk pengambilan data penelitian di Ruang Seminar
6. Para asisten Laboratorium Vibrastic Deni, Nurul, Ihsan, Ilvy, Angga, Afif, Alif, Vika yang telah membantu dan menjadi teman selama kuliah dan pengerjaan tugas akhir
7. Teman-teman *connect group East Youth 10* atas doa dan dukungan
8. Serta pihak-pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu

Penulis sadar bahwa penulisan laporan tugas akhir ini tidak sempurna, namun semoga laporan ini dapat memberikan kontribusi yang berarti dan menambah wawasan yang bermanfaat bagi pembaca, keluarga besar Teknik Fisika khususnya, dan civitas akademik ITS pada umumnya.

Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat sebagai referensi pengerjaan laporan tugas akhir bagi mahasiswa yang lain.

Surabaya, 06 Juli 2018

Penulis



## DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	v
ABSTRAK.....	ix
<i>ABSTRACT</i> .....	xi
KATA PENGANTAR.....	xiii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR GAMBAR .....	xvii
DAFTAR TABEL .....	xix
DAFTAR ISTILAH .....	xxi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan .....	2
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Sistematika Laporan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Pencahayaan Buatan.....	5
2.2 Lampu .....	9
2.3 Parameter Pencahayaan.....	12
2.4 Metode Penentuan Titik Ukur .....	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....	17
3.1 Pengukuran Tingkat Pencahayaan di Ruang Seminar .....	18
3.2 Perancangan Pencahayaan Buatan.....	20
BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN .....	25
4.1 Hasil Pengukuran .....	25
4.2 Hasil Simulasi .....	26
4.3 Pembahasan.....	36
BAB V PENUTUP.....	45
5.1 Kesimpulan .....	45
5.2 Saran .....	45
DAFTAR PUSTAKA .....	xxiii
LAMPIRAN	

*“Halaman ini memang dikosongkan”*

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> <i>HF-performer</i> for TL-D .....	6
<b>Gambar 2.2</b> Indeks Ruang .....	7
<b>Gambar 2.3</b> Tipikal Rasio Reflektansi Permukaan Ruang .....	7
<b>Gambar 2.4</b> Perbedaan warna dari berbagai <i>color temperature</i> .....	11
<b>Gambar 2.5</b> Satu objek dengan berbagai macam nilai CRI sumber cahaya .....	11
<b>Gambar 3.1</b> Diagram alir metodologi penelitian .....	17
<b>Gambar 3.2</b> Titik pengambilan tingkat pencahayaan setempat .	18
<b>Gambar 3.3</b> Penentuan titik pengukuran pencahayaan umum dengan luas lebih dari 100m <sup>2</sup> .....	19
<b>Gambar 3.4</b> Penentuan titik pengukuran pencahayaan umum dengan luas lebih dari 100m <sup>2</sup> .....	20
<b>Gambar 3.5</b> <i>Calcualtion surface</i> bagian <i>audience</i> (berwarna kuning) .....	21
<b>Gambar 3.6</b> <i>Calculation surface</i> bagian panggung (berwarna kuning) .....	21
<b>Gambar 3.7</b> Material yang digunakan .....	22
<b>Gambar 3.8</b> Pengaturan properti simulasi pada <i>Dialux Evo</i> .....	23
<b>Gambar 3.9</b> Tampilan Produk Katalog Lampu Philips .....	24
<b>Gambar 3.10</b> Fitur Eksport dari Produk Katalog Philips .....	24
<b>Gambar 4.1</b> Denah ruangan .....	26
<b>Gambar 4.2</b> Pembagian Ruangan untuk Indeks Ruang .....	27
<b>Gambar 4.3</b> Hasil Perancangan 1 Reflektansi 0,8:0,5;0,3 .....	31
<b>Gambar 4.4</b> Hasil Perancangan 3 Reflektansi 0,8:0,5;0,3 .....	36
<b>Gambar 4.5</b> Hasil Kerapatan Daya Semua Perancangan .....	38
<b>Gambar 4.6</b> Tingkat Pencahayaan <i>Audience</i> .....	40
<b>Gambar 4.7</b> Tingkat Pencahayaan Panggung .....	41
<b>Gambar 4.8</b> Hasil <i>Uniformity Audience</i> .....	42
<b>Gambar 4.9</b> Hasil <i>Uniformity</i> Panggung .....	42

*“Halaman ini memang dikosongkan”*

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Tabel Koefisien Penggunaan .....	8
<b>Tabel 2.2</b> Perbandingan Efikasi Beberapa Sumber Cahaya/Lampu .....	10
<b>Tabel 2.3</b> Tingkat pencahayaan rata-rata, renderasi, dan temperatur warna yang direkomendasikan [10].....	13
<b>Tabel 2.4</b> Daya listrik maksimum untuk pencahayaan [10] .....	14
<b>Tabel 2.5</b> Sistem Performansi Energi [6] .....	15
<b>Tabel 4. 1</b> Data Hasil Pencahayaan Umum.....	25
<b>Tabel 4. 2</b> Perhitungan Nilai Indeks Ruang .....	27
<b>Tabel 4. 3</b> Tabel Perancangan.....	28
<b>Tabel 4.4</b> Spesifikasi Lampu Perancangan 1 .....	28
<b>Tabel 4.5</b> Perhitungan Jumlah Lampu Perancangan 1 .....	29
<b>Tabel 4.6</b> Perancangan 1 dengan reflektansi 0,8;0,5;0,3 .....	29
<b>Tabel 4.7</b> Jumlah Lampu Perhitungan dan Perancangan 1.....	30
<b>Tabel 4.8</b> Hasil Tingkat Pencahayaan dan <i>Uniformity</i> pada Perancangan 1 .....	30
<b>Tabel 4.9</b> Hasil Kerapatan Daya pada Perancangan 1.....	30
<b>Tabel 4.10</b> Spesifikasi Lampu Perancangan 2 .....	32
<b>Tabel 4.11</b> Perhitungan Jumlah Lampu Perancangan 2 .....	32
<b>Tabel 4.12</b> Perancangan 2 dengan Reflektansi 0,8;0,5;0,3.....	33
<b>Tabel 4.13</b> Jumlah Lampu Perhitungan dan Perancangan 2.....	33
<b>Tabel 4.14</b> Hasil Tingkat Pencahayaan dan <i>Uniformity</i> pada Perancangan 2 .....	33
<b>Tabel 4.15</b> Hasil Kerapatan Daya pada Perancangan 2.....	33
<b>Tabel 4.16</b> Spesifikasi Lampu Perancangan 3 .....	34
<b>Tabel 4.17</b> Perhitungan Jumlah Lampu Perancangan 3 .....	34
<b>Tabel 4.18</b> Perancangan 3 dengan Reflektansi 0,8;0,5;0,3.....	35
<b>Tabel 4.19</b> Jumlah Lampu Perhitungan dan Perancangan.....	35
<b>Tabel 4.20</b> Hasil Tingkat Pencahayaan dan <i>Uniformity</i> pada Perancangan 3 .....	35
<b>Tabel 4.21</b> Hasil Kerapatan Daya pada Perancangan 3.....	36
<b>Tabel 4.23</b> Hasil Kerapatan Daya .....	39

*“Halaman ini memang dikosongkan”*

## DAFTAR ISTILAH

$\rho_c$	= reflektansi <i>ceiling</i>
$\rho_w$	= reflektansi <i>wall</i>
$\rho_f$	= reflektansi <i>floor</i>

*“Halaman ini memang dikosongkan”*



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pencahayaan merupakan salah satu faktor penting dalam kenyamanan ruang atau lebih spesifik yaitu kenyamanan penglihatan (visual comfort). Cahaya memberikan pengaruh yang sangat besar terhadap performa kerja manusia. Ruang dengan kualitas cahaya yang tidak baik tidak dapat terpenuhi fungsinya dengan baik, menimbulkan tekanan psikologis pada pengguna dan gangguan penglihatan yang berdampak pada kesehatan [1]. Pencahayaan yang terencana dengan baik akan mampu mendukung kebutuhan penglihatan di dalam ruang sesuai dengan jenis aktivitas yang dilakukan [2]. Ukuran cahaya dan terang yang dibutuhkan dalam suatu ruang/tempat tergantung dari aktivitas yang dilakukan di ruangan tersebut. Kebutuhan para siswa untuk kegiatan belajar di kelas, kegiatan rapat/diskusi di ruang rapat/auditorium, saat kita senggang melihat TV, menggambar, semua itu membutuhkan ukuran cahaya atau terang yang berbeda-beda.

Kebutuhan pencahayaan diperoleh dari pencahayaan alami dan pencahayaan buatan ataupun kombinasi keduanya. Perancangan pencahayaan buatan dalam suatu ruangan sangat dibutuhkan apabila pencahayaan alami tidak mampu memberikan tingkat pencahayaan sesuai dengan standar yang ada [3]. Kondisi yang menyebabkan suatu ruangan tidak menerima pencahayaan alami yang mencukupi seperti sedikitnya jendela, ruangan terletak diantara ruang lain/di dalam ruang, cuaca yang fluktuatif (distribusi awan, curah hujan), waktu (pergantian siang dan malam).

Beberapa parameter dan aspek pencahayaan seperti kuat penerangan (*Iluminansi*), dan kualitas warna (*colour temperature* dan *colour rendering*) perlu diatur untuk menghasilkan kesesuaian kebutuhan penglihatan di dalam ruang berdasarkan jenis aktivitas-aktivitasnya [4]. Intensitas cahaya, kualitas, daya listrik dan kuat penerangan cahaya buatan stabil tanpa dipengaruhi perubahan waktu dan cuaca dan besarnya pun dapat diatur atau dipilih sesuai kebutuhan [4].

Pada penelitian kali ini digunakan ruang seminar perpustakaan ITS. Ruang ini tergolong multifungsi yang mana dapat digunakan sebagai ruang rapat, kerja, tes/ujian, seminar dll. Dari hasil survey, pencahayaan alami yang terdapat di ruangan ini sangat minim. Penelitian tentang perancangan pencahayaan buatan pada ruang ini dibutuhkan agar sesuai dengan SNI 6197-2011, yaitu sebesar 300 lux. Dalam *IESNA 10th Edition* juga menyatakan untuk *conference room (meeting)*, target illuminansi adalah sebesar 300 lux [5].

Penelitian dilakukan untuk mengetahui sesuai atau tidaknya pencahayaan buatan di ruang seminar berdasarkan SNI 6197-2011. Untuk menindaklanjuti apabila terjadi tidak kesesuaian dengan standart yang ada, akan dilakukan perancangan pencahayaan buatan menggunakan simulasi software *DIALux Evo 7.1*. Simulasi *DIALux Evo 7.1* dibutuhkan untuk mengetahui perancangan yang tepat sehingga didapatkan perancangan pencahayaan buatan yang sesuai.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas, rumusan masalah dari penulisan tugas akhir ini adalah :

- a. Apakah kuat pencahayaan buatan pada ruang seminar perpustakaan ITS sudah memenuhi SNI 6197-2011?
- b. Bagaimana cara merancang pencahayaan buatan di ruang seminar perpustakaan ITS menggunakan DIALUX Evo agar sesuai dengan SNI 6197-2011?

## **1.3 Tujuan**

Adapun tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Untuk mengetahui tingkat pencahayaan buatan di ruang seminar perpustakaan ITS Surabaya.
- b. Untuk merancang pencahayaan buatan pada ruang seminar perpustakaan ITS Surabaya.

#### 1.4 Batasan Masalah

Untuk menghindari pembahasan topik di luar tugas akhir ini, terdapat beberapa batasan masalah diantaranya :

- a. Pencahayaan alami di dalam ruang diabaikan.
- b. Pengambilan data dilakukan dengan kondisi semua lampu dinyalakan.
- c. Variabel yang dilakukan di perancangan adalah tingkat pencahayaan, lumen lampu, keseragaman, daya listrik, *CCT* dan *CRI*.
- d. Standar ketercapaian berdasarkan SNI 6197-2011.
- e. Perancangan dilakukan secara simulasi dengan bantuan perangkat lunak DIALUX Evo.

#### 1.5 Sistematika Laporan

Sistematika penulisan laporan tugas akhir adalah sebagai berikut:

- a. **BAB I PENDAHULUAN**  
Pada bab I ini terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan sistematika laporan.
- b. **BAB II TEORI PENUNJANG**  
Pada bab II ini dibahas mengenai teori-teori yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan, seperti teori mengenai lampu, parameter-parameter pencahayaan buatan, perancangan pencahayaan dan sebagainya.
- c. **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**  
Pada bab III ini berisi mengenai rancangan dari penelitian yang dilakukan, metode dan langkah-langkah dalam penelitian.
- d. **BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN**  
Pada bab IV ini berisi tentang data hasil pengukuran pencahayaan, serta analisis data dari simulasi yang didapatkan. Hasil perancangan ini juga disesuaikan dengan standarisasi yang ada.
- e. **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**  
Pada bab V ini diberikan kesimpulan tentang tugas akhir yang telah dilakukan berdasarkan data-data yang diperoleh, serta

diberikan saran sebagai penunjang maupun pengembangan tugas akhir selanjutnya.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pencahayaan Buatan**

Pencahayaan buatan berasal dari sistem cahaya berenergi terbatas di alam, misalnya energi listrik serta energi dari proses minyak bumi dan gas. Intensitas cahaya dan kuat penerangan cahaya buatan stabil tanpa dipengaruhi perubahan waktu dan cuaca. Besarnya pun dapat diatur sesuai kebutuhan. Kualitas warna cahaya buatan terbagi atas tiga jenis warna putih, yaitu kekuningan, netral, dan kebiruan.

Dalam perencanaan pencahayaan buatan, terdapat beberapa istilah yang sering digunakan. Berikut beberapa istilah dalam perancangan pencahayaan buatan yaitu sebagai berikut:

##### **2.1.1 Luminer**

Merupakan rumah lampu yang berfungsi sebagaiudukan atau penggantung lampu, serta meneruskan menyaring, atau memantulkan cahaya lampu. Luminer disebut juga sebagai armatur.

##### **2.1.2 Ballast**

Merupakan alat untuk mengendalikan arus listrik. Balas hanya dijumpai pada lampu jenis *fluorescent*, halogen, HID, dan LED. Berdasarkan cara kerjanya, terdapat dua jenis balas, yaitu elektromagnetik dan elektronik. Balas elektronik memiliki kinerja yang lebih baik dibandingkan elektromagnetik, karena responnya lebih cepat, tidak bising, dan mampu meningkatkan efisiensi konsumsi listrik. Efikasi dari lampu dapat ditingkatkan kira-kira 10% jika lampu fluoresen dioperasikan pada frekuensi tinggi. Dalam *greeniship rating tools* menyaratkan penggunaan minimum 80% ballast frekuensi tinggi (elektronik) dan atau LED pada ruang kerja umum [6]. Berikut contoh beberapa balas:

##### **1. HF-Performer for TLD**

Difungsikan khusus untuk lampu TL-D *fluorescent*. Dengan alat ini dapat diperoleh usia lampu lebih panjang 50% dan penghematan konsumsi energi listrik hingga 25%.



**Gambar 2.1** *HF-performer for TL-D*

(sumber : <http://www.cp-lighting.co.uk/Philips-Essential-HF-E-118-TL-D-1-x-18W>)

2. *Primaline* halogen transformer  
Difungsikan khusus untuk lampu halogen.
3. Fortimo LED LLM  
Difungsikan khusus untuk lampu LED.

### **2.1.3 Koefisien Penggunaan**

Perbandingan antara arus cahaya yang diterima bidang kerja, terhadap arus cahaya yang dipancarkan sumber cahaya. Disebut juga *utilization factor* (UF) atau *coefficient of utility* (CU). Untuk mendapatkan nilai Kp diperlukan nilai indeks ruang (K) yang merupakan nilai angkat yang mewakili geometris suatu ruang. Dinyatakan dengan rumus [7]:

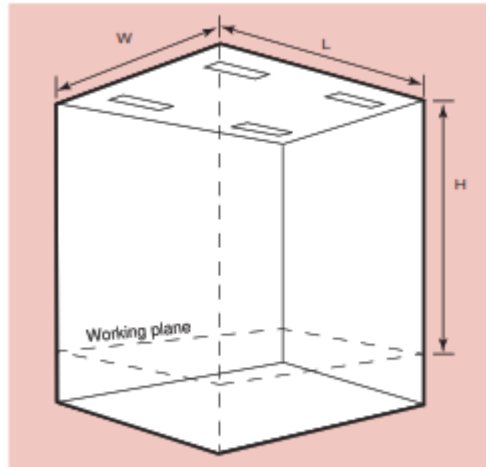
$$K = \frac{L \times W}{H \times (L+W)} \quad (2.1)$$

dimana:

L= panjang ruangan (m)

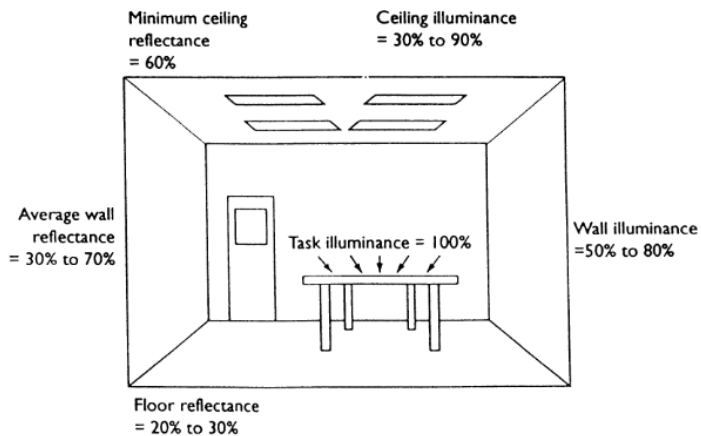
W= lebar ruangan (m)

H= tinggi lumener diatas bidang kerja horisontal (m)



**Gambar 2.2** Indeks Ruang

Selain itu perlu mengetahui reflektansi dari *ceiling* ( $\rho_c$ ), tembok ( $\rho_w$ ) dan lantai ( $\rho_f$ ). Nilai efektif reflektansi pada umumnya untuk tembok digunakan 0,3 sampai 0,7; ceiling bernilai 0,7 atau lebih; dan lantai bernilai antara 0,2 sampai 0,3 [8]



**Gambar 2.3** Tipikal Rasio Reflektansi Permukaan Ruang

Kemudian untuk mencari nilai koefisien penggunaan adalah dengan mencocokkan nilai koefisien ruang dengan reflektansi pada tabel *utilization factor* dari *datasheet* tiap lampu. Berikut ini merupakan salah satu contoh tabel *utilization factor*:

**Tabel 2.1** Tabel Koefisien Penggunaan

Room Index k	Reflectances for ceiling, walls and working plane (CIE)										
	0.80	0.80	0.70	0.70	0.70	0.70	0.50	0.50	0.30	0.30	0.00
	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.30	0.30	0.10	0.30	0.10	0.00
	0.30	0.10	0.30	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00
0.60	0.37	0.36	0.37	0.36	0.35	0.28	0.28	0.23	0.27	0.23	0.21
0.80	0.46	0.43	0.45	0.44	0.43	0.36	0.35	0.30	0.34	0.30	0.28
1.00	0.54	0.50	0.52	0.51	0.49	0.42	0.41	0.36	0.40	0.36	0.34
1.25	0.61	0.56	0.59	0.57	0.55	0.48	0.47	0.42	0.46	0.42	0.40
1.50	0.67	0.61	0.65	0.62	0.60	0.53	0.52	0.47	0.51	0.47	0.45
2.00	0.76	0.68	0.74	0.70	0.67	0.61	0.60	0.55	0.58	0.55	0.52
2.50	0.82	0.72	0.79	0.75	0.71	0.66	0.65	0.61	0.63	0.60	0.58
3.00	0.86	0.76	0.84	0.79	0.74	0.70	0.68	0.65	0.67	0.64	0.62
4.00	0.92	0.80	0.89	0.84	0.79	0.75	0.73	0.70	0.72	0.69	0.67
5.00	0.96	0.82	0.93	0.87	0.81	0.78	0.76	0.74	0.75	0.73	0.70

#### 2.1.4 Koefisien Depresiasi

Koefisien depresiasi atau sering disebut juga koefisien rugi-rugi cahaya atau koefisien pemeliharaan atau *Light Loss Factor (LLF)*, didefinisikan sebagai perbandingan antara kuat penerangan yang terukur setelah jangka waktu tertentu dari instalasi terhadap kuat penerangan yang terukur saat instalasi baru. Besarnya koefisien depresiasi dipengaruhi oleh :

1. Kebersihan dari lampu dan armatur.
2. Kebersihan dari permukaan-permukaan ruangan.
3. Penurunan keluaran cahaya lampu selama waktu penggunaan.
4. Penurunan keluaran cahaya lampu karena penurunan tegangan listrik.

Besarnya koefisien depresiasi biasanya ditentukan berdasarkan estimasi. Untuk ruangan dan armatur dengan



pemeliharaan yang baik pada umumnya koefisien depresiasi diambil sebesar 0,8 [4].

## 2.2 Lampu

Lampu merupakan sumber cahaya buatan dan sumber pencahayaan saat kita beraktivitas. Semakin tinggi fokus yang dibutuhkan dari sebuah aktivitas, maka semakin terang cahaya lampu yang kita butuhkan, demikian juga sebaliknya. Terdapat 5 jenis lampu, yaitu *incandescent* ( pijar), *fluorescent*, halogen, HID, dan LED. Lampu HID lebih efisien digunakan sebagai lampu *outdoor*. Di antara lampu *indoor* selain lampu LED, lampu *fluorescent* memiliki efikasi paling tinggi, sehingga digunakan sebagai sumber cahaya buatan pada bangunan umum yang luas dan tidak sangat membutuhkan efek cahaya seperti fasilitas perkantoran dan pendidikan [4]. Salah satu kelebihan lampu *fluorescent* adalah konsumsi energinya tergolong rendah. Hal ini dikarenakan cara kerja pemanasan hanya di bagian ujung-ujung lampu, sehingga lampu *fluorescent* tidak terlalu banyak seperti halnya lampu pijar [9].

Seiring berkembangnya teknologi, lampu juga memiliki semakin meningkat efikasinya atau disebut sebagai lampu hemat energi. Lampu hemat energi adalah lampu yang memiliki efikasi tinggi, memiliki kemampuan *energy saving (ES)* minimal 80% dan termasuk kategori energi A pada label energi. Dengan konsumsi daya listrik yang rendah, lampu ini dapat menekan biaya operasional.

### 2.2.1 *Power Input, Luminous Flux, dan Efikasi*

Daya adalah besar konsumsi energi listrik yang dibutuhkan untuk menghasilkan arus cahaya dengan besaran tertentu sesuai spesifikasi lampu. Daya terkait erat dengan biaya operasional. Konsumen membayar pemakaian energi listrik sebesar daya yang digunakan.

Arus cahaya adalah jumlah cahaya yang dipancarkan lampu per satuan waktu berdasarkan besar daya yang diterima. Satuan arus cahaya adalah lumen. Secara teoritis, makin besar daya listrik yang diterima lampu maka makin besar arus cahaya yang

dihasilkan. Artinya, intensitas cahaya lampu tersebut makin besar dan lampu terlihat makin terang.

Efikasi adalah efisiensi lampu, yaitu perbandingan antara besar arus cahaya yang dipancarkan lampu per daya yang dibutuhkan lampu. Satuan efikasi adalah lumen/watt.

**Tabel 2.2** Perbandingan Efikasi Beberapa Sumber Cahaya/Lampu

Jenis Lampu	Efikasi
Lilin	0,1
Lampu minyak	0,3
Lampu halogen <i>tungsten</i>	16-20
Lampu <i>fluorescent</i>	50-85
Lampu halide metal	60-80
<i>Light emitting diode (LED)</i>	115-180

### 2.2.2 Kualitas Warna Cahaya

Kualitas warna terkait kenyamanan visual, meliputi *color temperature* dan *color rendering*.

1. Temperatur warna cahaya lampu (CCT – *Corelated Colour Temperature*)

Temperatur warna untuk penciptaan suasana dan nuansa pada ruang, memberikan kesan tertentu seperti formal, sejuk, hangat dan mewah. Temperatur warna cahaya lampu bukan indikasi indikasi tentang pengaruhnya terhadap warna obyek, tetapi lebih kepada memberi suasana ruang. Temperatur warna yang direkomendasikan terdapat pada tabel 2.2. Temperatur warna cahaya lampu dikelompokkan menjadi [10]:

- kelompok 1, warna putih kekuningan (*warm*) (<3300 Kelvin)
- kelompok 2, warna putih netral (*warm-white*) (3300 Kelvin - 5300 Kelvin)
- kelompok 3, warna putih (*cool-daylight*) (<5300 Kelvin)



**Gambar 2.4** Perbedaan warna dari berbagai *color temperature* (dari kiri ke kanan) *Warm-Warm white-Cool daylight*

Makin tinggi tingkatan iluminasi yang diperlukan, maka temperatur warna lampu yang disarankan berkisar di angka 4000-6500 Kelvin sehingga tercipta pencahayaan yang nyaman bagi pengguna didalamnya. Sedangkan untuk kebutuhan tingkat iluminasi yang tidak terlalu tinggi, maka temperatur warna lampu yang digunakan berkisar di angka 2300-3500 Kelvin.

## 2. Renderasi warna (CRI – *Color Rendering Index*)

Sebuah nilai yang menjelaskan seberapa baik kualitas warna yang mampu diterjemahkan oleh sumber pencahayaan buatan dibandingkan dengan pencahayaan alami. Cahaya yang memiliki kemampuan terbaik untuk menerjemahkan warna ialah cahaya alami atau matahari, yang memiliki nilai indeks 100. Semakin tinggi nilai CRI lampu, maka objek yang disinarnya akan diterjemahkan mendekati warna aslinya. Renderasi warna yang direkomendasikan terdapat pada tabel 2.2. Berikut ilustrasi CRI:



**Gambar 2.5** Satu objek dengan berbagai macam nilai CRI sumber cahaya

Lampu diklasifikasikan dalam kelompok renderasi warna yang dinyatakan dengan Ra indeks sebagai berikut [10]:

- Pengaruh warna, kelompok 1 : Ra indeks 81% ~ 100%
- Pengaruh warna, kelompok 2 : Ra indeks 61% ~ 80%
- Pengaruh warna, kelompok 3 : Ra indeks 40% ~ 60%
- Pengaruh warna, kelompok 4 : Ra indeks <40%

### 2.3 Parameter Pencahayaan

Dalam perancangan pencahayaan pembuatan, terdapat beberapa parameter yang perlu ditinjau yaitu:

#### 2.3.1 Kuat Tingkat Pencahayaan (*Illuminance*)

Didefinisikan sebagai tingkat pencahayaan rata-rata pada bidang kerja. Tingkat pencahayaan rata-rata, Erata-rata (*lux*) dapat dihitung dengan persamaan :

$$E_{rata-rata} = \frac{F_{total} \times kp \times kd}{A} \text{ lux} \quad (2.2)$$

dimana

E = tingkat pencahayaan

Ftotal = *fluks luminous* total dari semua lampu yang menerangi bidang kerja (lumen)

kp = koefisien penggunaan

kd = koefisien depresiasi

A = luas bidang kerja (m<sup>2</sup>)

Pada bangunan memiliki standar tingkat pencahayaan berdasarkan tipe dan fungsi bangunannya.

**Tabel 2.3** Tingkat pencahayaan rata-rata, renderasi, dan temperatur warna yang direkomendasikan [10]

Fungsi ruangan	Tingkat pencahayaan (Lux)	Kelompok renderasi warna	Temperatur warna		
			Warm <3300 Kelvin	Warm white 3300Kelvin ~5300Kelvin	Cool Daylight > 5300Kelvin
Rumah tinggal :					
Teras	60	1 atau 2	♦	♦	
Ruang tamu	150	1 atau 2		♦	
Ruang makan	250	1 atau 2	♦		
Ruang kerja	300	1		♦	♦
Kamar tidur	250	1 atau 2	♦	♦	
Kamar mandi	250	1 atau 2		♦	♦
Dapur	250	1 atau 2	♦	♦	
Garasi	60	3 atau 4		♦	♦
Perkantoran :					
Ruang resepsionis.	300	1 atau 2	♦	♦	
Ruang direktur	350	1 atau 2		♦	♦
Ruang kerja	350	1 atau 2		♦	♦
Ruang komputer	350	1 atau 2		♦	♦
Ruang rapat	300	1	♦	♦	
Ruang gambar	750	1 atau 2		♦	♦
Gudang arsip	150	1 atau 2		♦	♦
Ruang arsip aktif	300	1 atau 2		♦	♦
Ruang tangga darurat	150	1 atau 2			♦
Ruang parkir	100	3 atau 4			♦
Lembaga pendidikan :					
Ruang kelas	350	1 atau 2		♦	♦
Perpustakaan	300	1 atau 2		♦	♦
Laboratorium	500	1		♦	♦
Ruang praktek komputer.	500	1 atau 2		♦	♦
Ruang laboratorium bahasa.	300	1 atau 2		♦	♦
Ruang guru	300	1 atau 2		♦	♦
Ruang olahraga	300	2 atau 3		♦	♦
Ruang gambar	750	1		♦	♦
Kantin	200	1	♦	♦	
Hotel dan restoran :					
Ruang resepsionis dan kasir	300	1 atau 2	♦	♦	
Lobi	350	1	♦	♦	
Ruang serba guna	200	1	♦	♦	
Ruang rapat	300	1	♦	♦	
Ruang makan	250	1	♦	♦	
Kafetaria	200	1	♦	♦	
Kamar tidur	150	1 atau 2	♦		
Koridor	100	1	♦	♦	
Dapur	300	1	♦	♦	

### 2.3.2 Keseragaman/Uniformity

Untuk menyajikan nilai iluminansi yang benar, keseragaman dari tingkat pencahayaan juga penting. Keseragaman dinyatakan dalam,

$$U = \frac{E_{min}}{E_{avr}} \quad (2.3)$$

dimana,

$U$  = *uniformity*

$E_{min}$  = Nilai iluminansi minimum (lux)

$E_{avr}$  = Nilai iluminansi rata-rata (lux)

Nilai iluminansi minimum ditemukan dari perhitungan iluminansi secara array. Nilai iluminansi rata-rata ditemukan dari keseluruhan array.

### 2.3.3 Daya

Daya listrik yang dibutuhkan untuk mendapatkan tingkat pencahayaan rata-rata tertentu pada bidang kerja dapat dihitung dengan persamaan:

$$N_{\text{lampu}} = N_{\text{armatur}} \times n \quad (2.4)$$

$$W_{\text{total}} = N_{\text{lampu}} \times W_1 \quad (2.5)$$

Dimana  $W_1$  = daya setiap lampu termasuk Balast (Watt)

Dengan membagi daya total dengan luas bidang kerja, didapatkan kerapatan daya ( $\text{Watt/m}^2$ ) dari sistem pencahayaan tersebut. Kerapatan daya ini kemudian dapat dibandingkan dengan daya maksimum yang direkomendasikan dalam usaha konservasi energi. Adapun daya maksimum untuk ruang rapat adalah sebesar  $12 \text{ W/m}^2$  [10].

**Tabel 2.4** Daya listrik maksimum untuk pencahayaan [10]

Fungsi ruangan	Daya pencahayaan maksimum ( $\text{W/m}^2$ )
Ruang resepsionis	13
Ruang direktur	13
Ruang kerja	12
Ruang komputer	12
Ruang rapat	12
Ruang gambar	20
Gudang arsip tidak aktif	6

Daya listrik maksimum per meter persegi tidak boleh melebihi nilai sebagaimana tercantum pada tabel 2.3 kecuali:

- Pencahayaan khusus untuk bidang kedokteran
- Fasilitas olahraga dalam ruangan
- Pencahayaan luar untuk monumen
- Pencahayaan khusus untuk penelitian di laboratorium
- Agro industri (rumah kaca), fasilitas pemrosesan

Lebih spesifik lagi, dalam *greenship rating tools* [6] menyarankan untuk melakukan penghematan konsumsi energi, lebih hemat 20%

dari daya pencahayaan yang tercantum dalam SNI 6197-2011 tentang Konservasi Energi pada Sistem Pencahayaan.

**Tabel 2.5** Sistem Performansi Energi [6]

Kode	Keterangan
<i>EEC 3-1 Lighting Control</i>	Melakukan penghematan konsumsi energi pada daya pencahayaan ruangan, lebih hemat 20% dari daya pencahayaan yang tercantum dalam SNI 6197-2000
	Menggunakan minimum 50% ballast frekuensi tinggi (elektronik) dan atau LED
<i>IHC 6 -Visual Comfort</i>	Hasil pengukuran menunjukkan tingkat pencahayaan (iluminansi) di setiap ruang kerja sesuai dengan SNI 6197-2000

## 2.4 Metode Penentuan Titik Ukur

Metode untuk menentukan titik pengukuran tingkat pencahayaan adalah [11]

### 2.4.1 Prinsip

Pengukuran intensitas penerangan memakai alat *luxmeter* yang hasilnya dapat langsung dibaca.

### 2.4.2 Peralatan

*Luxmeter*

### 2.4.3 Penentuan titik pengukuran

#### a. Pencahayaan Setempat

Objek kerja berupa meja kerja maupun peralatan. Bila merupakan meja kerja, pengukuran dapat dilakukan di atas meja yang ada.

#### b. Pencahayaan Umum

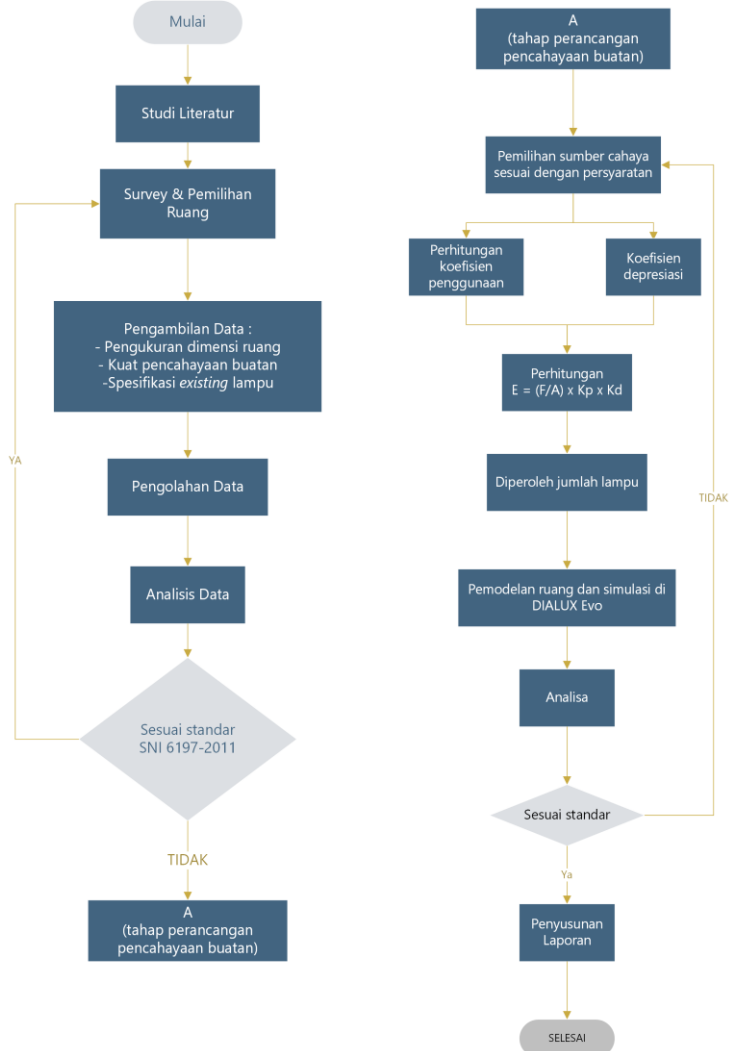
- Luas ruangan kurang dari 10 m<sup>2</sup>, maka titik ukur adalah titik potong garis horizontal panjang dan lebar ruangan pada jarak setiap 1 meter.

- Luas ruangan antara 10 sampai dengan 100 m<sup>2</sup>, maka titik ukur adalah titik potong garis horisontal panjang dan lebar ruangan pada jarak setiap 3 meter.
- Luas ruangan lebih dari 100 m<sup>2</sup>, titik potong horisontal panjang dan lebar ruangan adalah pada jarak 6 meter



### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Diagram alir pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut :



**Gambar 3.1** Diagram alir metodologi penelitian

Tahapan tugas akhir ini terbagi menjadi 2 yaitu *survey* pemilihan ruang dan perancangan pencahayaan buatan. Tahap pertama untuk pemilihan ruang dilakukan sebelum blok “A (tahap perancangan pencahayaan buatan). Pada blok diagram *decision* “Sesuai standar SNI 6197-2011”, apabila telah memenuhi standar yang ada maka akan kembali ke tahap *survey* dan pemilihan ruang. Apabila ruangan yang dipilih tidak memenuhi standar maka ruangan tersebut membutuhkan perancangan pencahayaan buatan untuk kebutuhan kenyamanan visual tempat tersebut.

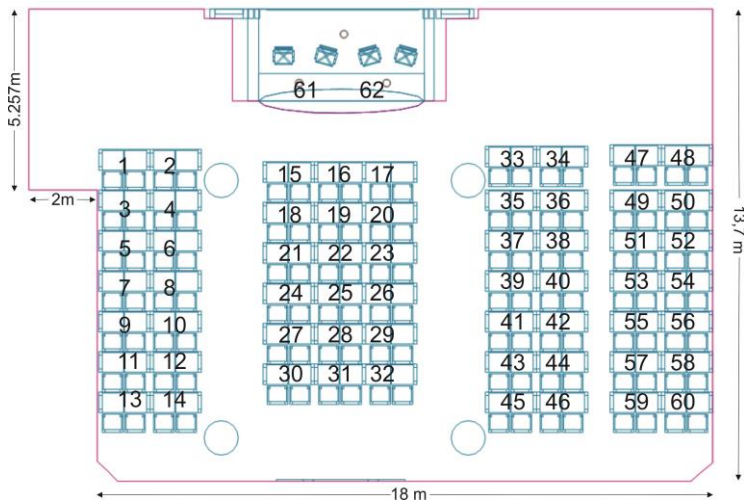
Metodologi penelitian yang dilakukan dalam pengerjaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

### 3.1 Pengukuran Tingkat Pencahayaan di Ruang Seminar

Pada tahap ini terdiri dari dua pengukuran yaitu pengukuran pencahayaan setempat dan umum.

#### 3.1.1 Pencahayaan Setempat

Untuk melakukan pengukuran tingkat pencahayaan setempat diperlukan geometri serta penentuan titik ukur. Untuk pencahayaan setempat dilakukan pengukuran pada masing-masing meja. Berikut ini merupakan denah serta titik ukur pencahayaan setempat:

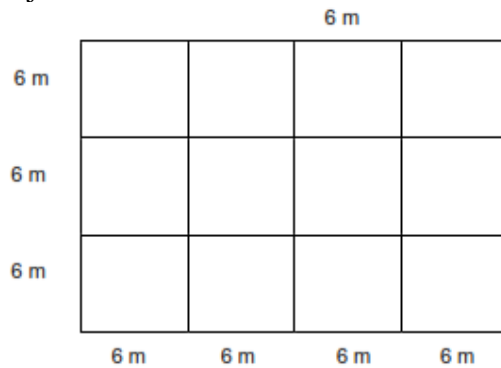


**Gambar 3.2** Titik pengambilan tingkat pencahayaan setempat

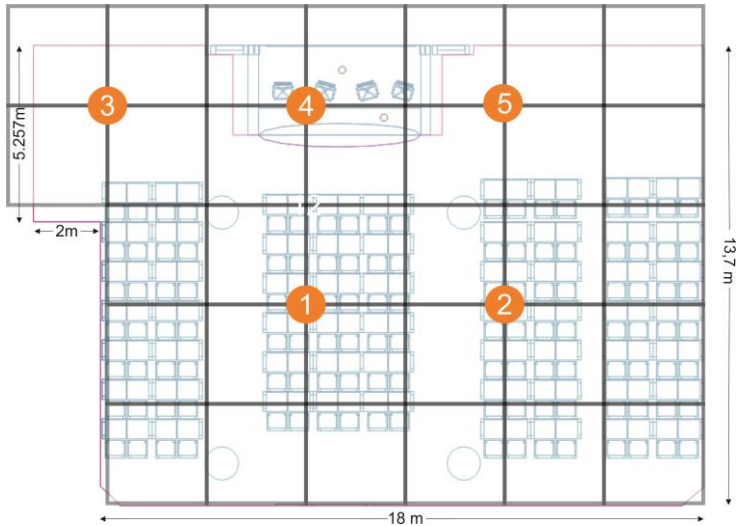
Pada titik-titik tersebut diambil kuat pencahayaannya menggunakan *luxmeter*, dimana posisi sensor cahaya tepat diatas meja dan menghadap ke langit-langit.

### 3.1.2 Pencahayaan Umum

Adapun luas Ruang Seminar ini adalah sebesar  $257,546 \text{ m}^2$ , maka titik ukurnya adalah titik potong horisontal panjang dan lebar ruangan pada jarak 6 meter.



**Gambar 3.3** Penentuan titik pengukuran pencahayaan umum dengan luas lebih dari  $100\text{m}^2$



**Gambar 3.4** Penentuan titik pengukuran pencahayaan umum dengan luas lebih dari 100m<sup>2</sup>

Pada titik-titik tersebut diambil kuat pencahayaannya menggunakan *luxmeter*, dimana posisi sensor cahaya menghadap ke langit-langit dengan tinggi 0,75 cm dari atas lantai.

### 3.2 Perancangan Pencahayaan Buatan

Perancangan pencahayaan buatan ini digunakan *software DIALUX Evo* dan katalog lampu.

#### 3.2.1 Simulasi Dialux Evo

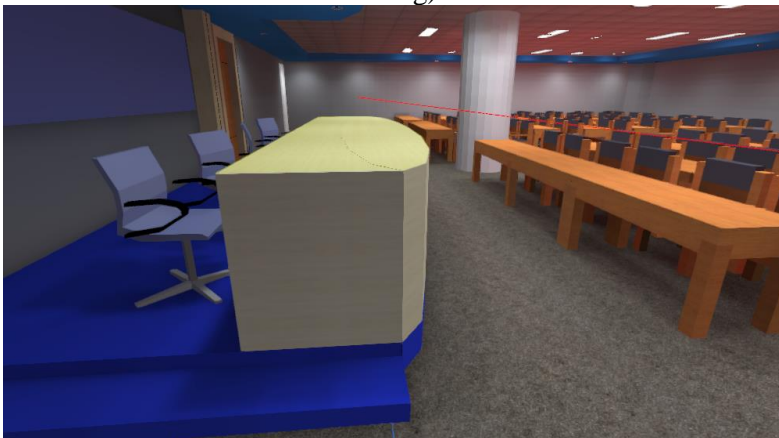
Simulasi dilakukan pada perangkat lunak *Dialux Evo*. Berikut langkah-langkah yang dijalankan pada perancangan ini adalah sebagai berikut :

1. Pada DIALux dibuat pemodelan ruang seminar yang semirip mungkin dengan keadaan aslinya.
2. Setelah ruangan dibuat, mulai dibuat objek-objek di dalam ruangan seperti kursi, meja, dll. Pembuatan objek dimulai dengan satu objek terlebih dahulu, kemudian baru digandakan agar mempercepat proses pembuatan.
3. Kemudian dibuat dan diatur *calculation surface* dan *calculation parameter*. *Calculation surface* dibagi menjadi 2

bagian karena perbedaan tinggi antara *audience* dengan panggung. Berikut pembagiannya:

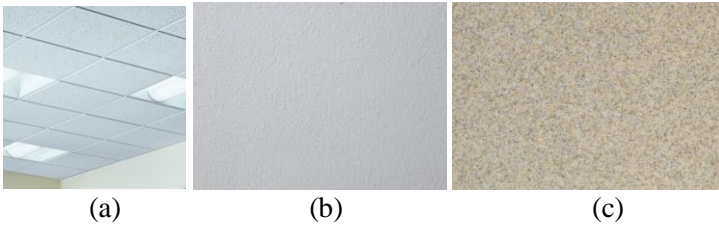


**Gambar 3.5** *Calculation surface* bagian *audience* (berwarna kuning)



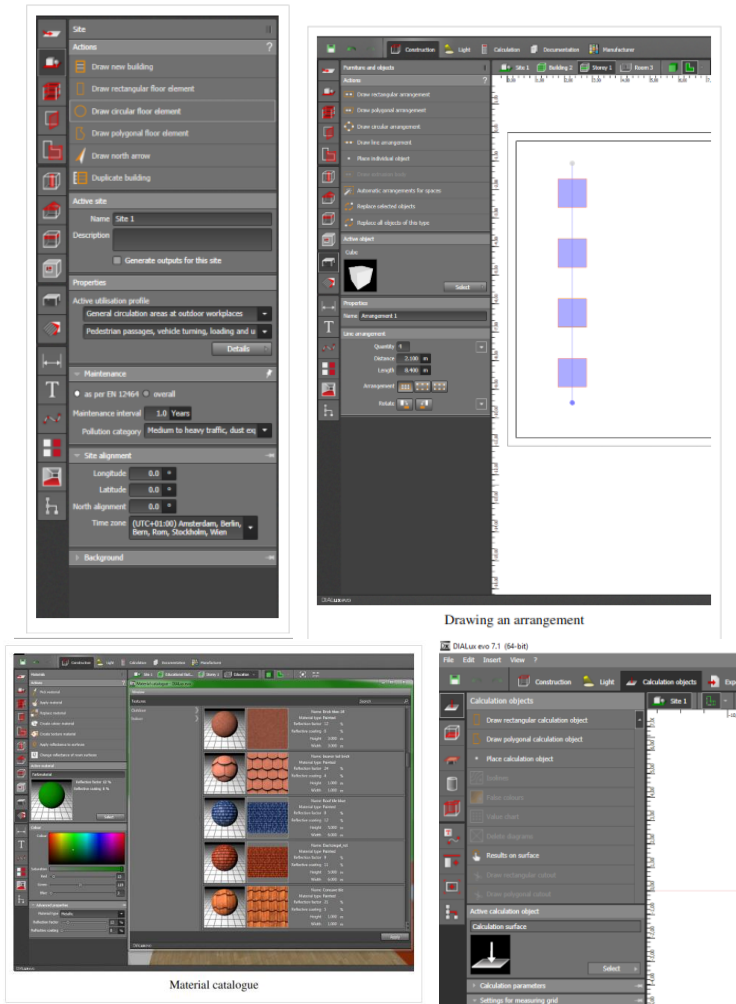
**Gambar 3.6** *Calculation surface* bagian panggung (berwarna kuning)

4. Material yang digunakan untuk langit-langit adalah *ceiling panels*, tembok menggunakan *default wall material*, dan lantai menggunakan *sandstone+02*.



**Gambar 3.7** Material yang digunakan

- a) *ceiling panels*; b) *default wall material*; c) *sandstone+02*
5. Material pada butir 4 dimasukkan nilai reflektansinya untuk dinding, lantai dan langit-langit sesuai dengan variasi perancangan yaitu (reflektansi langit-langit, reflektansi tembok, reflektansi lantai): (0,8;0,5;0,3), (0,7;0,5;0,3), (0,5;0,3;0,1), dan (0,3;0,3;0,1).
  6. Setelah keseluruhan ruang selesai dimodelkan, dimulai tahap pemasangan lampu sesuai dengan perhitungan. Lampu yang digunakan adalah produk lampu Philips.
  7. Proses kalkulasi dijalankan untuk proses perhitungan kuat pencahayaan ruangan dan keseragaman.
  8. Dihitung juga daya listrik yang digunakan, secara manual.
  9. Setelah kalkulasi selesai, masuk ke bagian dokumentasi untuk dilihat hasil dari simulasi.
  10. Laporan hasil simulasi diekspor untuk dilakukan analisa.

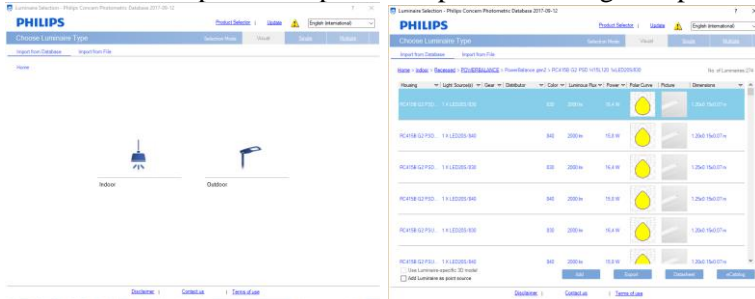


**Gambar 3.8** Pengaturan properti simulasi pada *Dialux Evo*

### 3.2.2 Produk Katalog Lampu

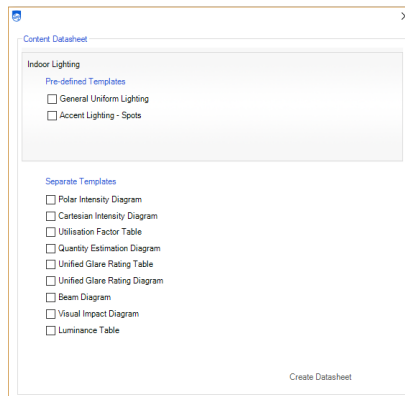
Pada tugas akhir ini, merk lampu yang dipilih ada philips. Produk katalog ini berisi produk-produk lampu, *datasheet*, serta fitur ekspor ke format IES, Relux, DIALux, dan Phillum. Hasil

ekspor file IES / DIALux digunakan sebagai file lampu untuk simulasi di *software* DIALux. Dari datasheet yang ada, kita juga memilih lampu sesuai dengan keperluan dan kebutuhan mulai dari *lamp flux*, *light output ratio*, *power*, *ballast*, dan *color code*. Berikut ini merupakan tampilan dari produk katalog Philips:



**Gambar 3.9** Tampilan Produk Katalog Lampu Philips

Untuk memperoleh informasi lengkap maka centang semua pada bagian *separate templates*. Berikut ini merupakan tampilan fitur ekspor untuk *datasheet*



**Gambar 3.10** Fitur Ekspor dari Produk Katalog Philips



## BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Pengukuran

Ruang Seminar Perpustakaan ITS menggunakan jenis lampu Philips TLD 36W sebanyak 36 buah dan OSRAM *Duluxstar Minitwist* 20W sebanyak 14 buah. Berikut ini hasil pengukuran tingkat pencahayaan buatan berdasarkan titik-titik yang sudah dibuat pada **Gambar 3.1** dan **3.3**

#### 4.1.1 Pencahayaan Umum

Pengukuran untuk pencahayaan umum dilakukan pada 5 titik. Berikut hasil pengukuran untuk pencahayaan umum:

**Tabel 4. 1** Data Hasil Pencahayaan Umum

Titik	Tingkat Pencahayaan (Lux)	Rata-rata
1	106	106
	105	
	106	
2	103	102
	102	
	101	
3	78	78
	77	
	78	
4	99	99
	99	
	99	
5	100	100
	99	
	100	
<b>Rata-rata</b>		<b>97</b>

Dari data tersebut, didapatkan bahwa nilai tingkat pencahayaan umum rata-rata pada Ruang Seminar adalah sebesar 97 lux. Menunjukkan bahwa tingkat pencahayaan tersebut masih belum memenuhi standar sebesar 300 lux.

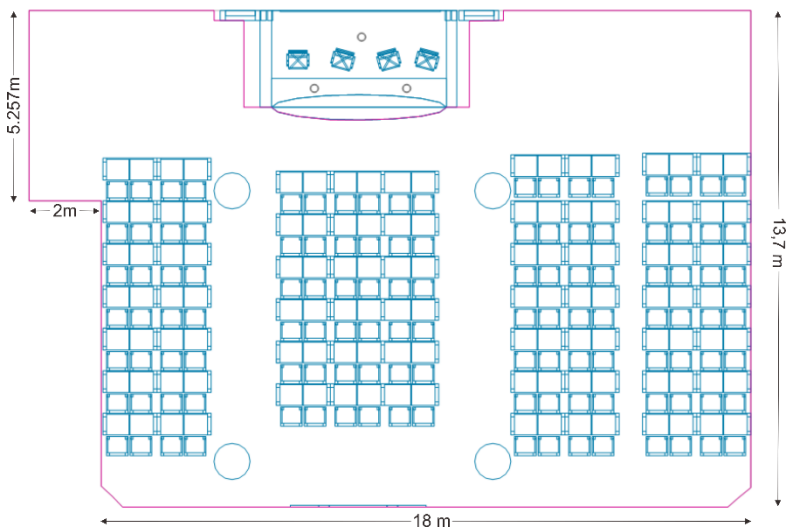
#### 4.1.2 Pencahayaan Setempat

Pengukuran untuk pencahayaan setempat dilakukan pada titik-titik sesuai dengan **Gambar 3.2**. Untuk hasil tingkat pencahayaan setempat rata-rata pada Ruang Seminar adalah sebesar 128 lux terlampir pada lampiran A. Menunjukkan bahwa tingkat pencahayaan tersebut masih belum memenuhi standar sebesar 300 lux

Untuk daya listrik pada kondisi yang ada adalah sebesar 6,11 watt/m<sup>2</sup>.

#### 4.2 Hasil Simulasi

Berikut tampilan sisi atas dari ruang seminar pada DIALux Evo.

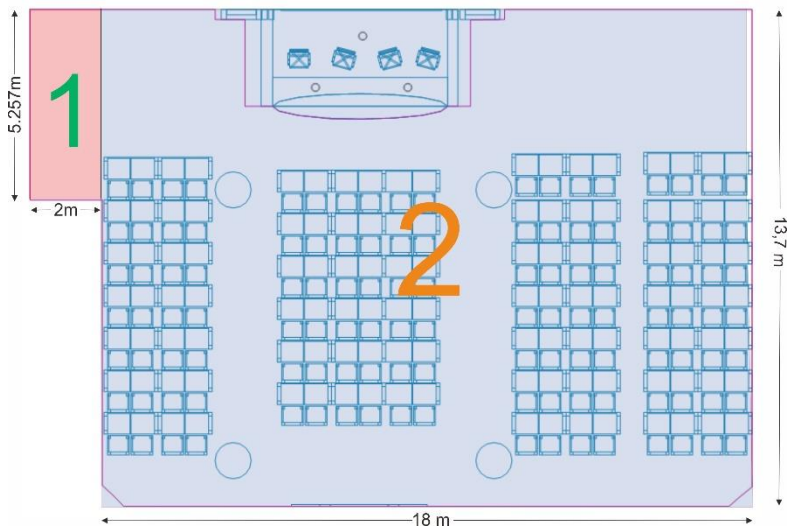


**Gambar 4.1** Denah ruangan

**Gambar 4.1** menunjukkan denah ruang seminar perpustakaan ITS beserta kursi, meja serta panggung. Pada ruangan ini terdapat

2 bidang kerja yaitu bagian *audience* dan bagian panggung sehingga terdapat 2 pengaturan untuk *calculation surface*.

Untuk mendapatkan jumlah lampu yang diperlukan, maka perlu menghitung nilai indeks ruang sesuai dengan persamaan 2.1. Indeks ruang akan digunakan untuk menentukan nilai koefisien penggunaan pada masing-masing lampu. Karena ruangan tidak berbentuk segi empat, maka perhitungan indeks ruang dibagi menjadi 2 bagian seperti pada gambar berikut ini.



**Gambar 4.2** Pembagian Ruangan untuk Indeks Ruang

**Tabel 4. 2** Perhitungan Nilai Indeks Ruang

Bagian	1	2
Length	18	2
Widht	13.724	5.257
Height	2.064	2.064
Length+Width	31.724	7.257
K (indeks ruang)	3.772728739	0.701941883
K total	4.47	

Simulasi dilakukan dengan 3 variasi lampu dengan masing-masing 4 variasi nilai reflektansi, sehingga secara keseluruhan terdapat 12 simulasi.

**Tabel 4.3** Tabel Perancangan

Perancangan	Jenis Lampu	$\rho_c; \rho_w; \rho_f$
1	TBS769	0,8;0,5;0,3
		0,5;0,5;0,3
		0,5;0,3;0,1
		0,3;0,3;0,1
2	TBS769 2xTL	0,8;0,5;0,3
		0,5;0,5;0,3
		0,5;0,3;0,1
		0,3;0,3;0,1
3	TBS165	0,8;0,5;0,3
		0,5;0,5;0,3
		0,5;0,3;0,1
		0,3;0,3;0,1

Digunakan lampu jenis *fluorescent* TL karena diantara lampu *indoor* selain lampu LED, lampu *fluorescent* memiliki efikasi paling tinggi. Selain itu lampu ini cocok pada bangunan umum yang luas dan tidak sangat membutuhkan efek cahaya seperti fasilitas pendidikan dan perkantoran.

#### 4.2.1 Perancangan 1

Simulasi yang dilakukan adalah lampu philips TBS769 1xTL5 35W HFP M-D\_865 sebagai sumber pencahayaan utama, kemudian terdapat 2 lampu *downlight* dengan tipe FBS120 2xPL PG 840 dan DN470B 1xLED20S/840 yang terletak ditepi ruang dan panggung.

**Tabel 4.4** Spesifikasi Lampu Perancangan 1

	TBS769	DN470B	FBS120
Lumen	2263	2211	1526
Daya (Watt)	38	18.3	54
Efikasi (Lm/Watt)	59.5	120.8	28.3
Ballast	HF Performer	(LED)	(LED)

<i>International Colour Code</i>	865	840	840
----------------------------------	-----	-----	-----

Untuk memperoleh jumlah lampu sesuai dengan kebutuhan dan standar yang ada, maka dilakukan perhitungan terlebih dahulu untuk semua variasi nilai reflektansi dengan menggunakan persamaan 2.2.

**Tabel 4.5** Perhitungan Jumlah Lampu Perancangan 1

Perancangan 1 (Philips TBS769)

$\rho_c$	0.8	0.7	0.5	0.3
$\rho_w$	0.5	0.5	0.3	0.3
$\rho_f$	0.3	0.3	0.1	0.1
E standar (lux)	300	300	300	300
A (m <sup>2</sup> )	257.546	257.546	257.546	257.546
kp	0.83	0.80	0.68	0.66
kd	0.8	0.8	0.8	0.8
Lumen terhitung	115045.2	119308.8	141044.5	144258

Pada **tabel 4.5** telah didapatkan total lumen untuk ruang seminar. Karena di dalam ruang menggunakan 2 jenis lampu yaitu TL dan *downlight*. Untuk tipe *downlight* telah ditetapkan jumlahnya sehingga hanya perlu menghitung berapa kebutuhan untuk lampu TL. Berikut tabel perhitungan untuk perancangan 1 dengan reflektansi 0,8;0,5;0,3 :

**Tabel 4.6** Perancangan 1 dengan reflektansi 0,8;0,5;0,3

Tipe Lampu	Lumen	Jumlah	Total
TBS 769	2260	34	76840
DN470 B	2211	15	33165
FBS120	1526	3	4578
<b>Total</b>			114583

Dalam perancangan, jumlah lampu yang dipasang tidak sepenuhnya mengikuti jumlah perhitungan dikarenakan faktor ketersediaan tempat. Berikut tabel antara perhitungan dengan perancangan:

**Tabel 4.7** Jumlah Lampu Perhitungan dan Perancangan 1

$\rho_c; \rho_w; \rho_f$	Perhitungan			Perancangan		
	TBS7 69	DN47 0B	FBS1 20	TBS7 69	DN47 0B	FBS1 20
0,8 ; 0,5 ; 0,3	34	15	3	34	15	3
0,7 ; 0,5 ; 0,3	36	15	3	34	15	3
0,5 ; 0,3 ; 0,1	45	15	3	45	15	3
0,3 ; 0,3 ; 0,1	47	15	3	47	15	3

Adapun hasil yang didapatkan pada simulasi perancangan 1 adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.8** Hasil Tingkat Pencahayaan dan *Uniformity* pada Perancangan 1

$\rho_c; \rho_w; \rho_f$	Tingkat Pencahayaan (lux)		<i>Uniformity</i>	
	Audience	Panggung	Audience	Panggung
0,8 ; 0,5 ; 0,3	363	360	0.61	0.83
0,7 ; 0,5 ; 0,3	358	357	0.6	0.82
0,5 ; 0,3 ; 0,1	406	387	0.41	0.78
0,3 ; 0,3 ; 0,1	415	381	0.41	0.78

Berikut hasil kerapatan daya pada perancangan 1:

**Tabel 4.9** Hasil Kerapatan Daya pada Perancangan 1

$\rho_c; \rho_w; \rho_f$	Kerapatan Daya (W/m <sup>2</sup> )
0,8 ; 0,5 ; 0,3	6.72
0,7 ; 0,5 ; 0,3	6.72
0,5 ; 0,3 ; 0,1	8.35
0,3 ; 0,3 ; 0,1	8.64

Berikut merupakan hasil render dari perancangan 1:



**Gambar 4.3** Hasil Perancangan 1 Reflektansi 0,8:0,5;0,3

#### 4.2.2 Perancangan 2

Simulasi pada perancangan 2, lampu yang dilakukan adalah lampu philips TBS769 2xTL5 28W HFP M-D\_840 sebagai sumber pencahayaan utama, kemudian terdapat lampu *downlight* dengan tipe DN130B D165 1xLED10S/840 yang terletak di sisi pinggir ruang dan panggung.

**Tabel 4.10** Spesifikasi Lampu Perancangan 2

	TBS769 2xTL	DN130B
Lumen	3879	1192
Daya (Watt)	61	11.6
Efikasi (Lm/Watt)	63.6	102.8
<i>Ballast</i>	HF Performer	<i>LED</i>
<i>International Colour Code</i>	840	840

Untuk memperoleh jumlah lampu sesuai dengan kebutuhan dan standar yang ada, maka dilakukan perhitungan terlebih dahulu untuk semua variasi nilai reflektansi dengan menggunakan persamaan 2.2.

**Tabel 4.11** Perhitungan Jumlah Lampu Perancangan 2

Perancangan 2 (Philips TBS769 2xTL5)

$\rho_c$	0.8	0.7	0.5	0.3
$\rho_w$	0.5	0.5	0.3	0.3
$\rho_f$	0.3	0.3	0.1	0.1
E standar (lux)	300	300	300	300
A (m <sup>2</sup> )	257.546	257.546	257.546	257.546
kp	0.85	0.82	0.69	0.67
kd	0.8	0.8	0.8	0.8
Lumen terhitung	113690.99 3	117174.28 9	139014.3 3	142134.9 3

Pada **tabel 4.11** telah didapatkan total lumen untuk ruang seminar. Karena di dalam ruang menggunakan 2 jenis lampu yaitu TL dan *downlight*. Untuk tipe *downlight* telah ditetapkan jumlahnya sehingga hanya perlu menghitung berapa kebutuhan untuk lampu TL.



**Tabel 4.12** Perancangan 2 dengan Reflektansi 0,8;0,5;0,3

Tipe Lampu	Lumen	Jumlah	Total
TBS769 2xTL5	3885	22	85470
DN130 B	1192	22	26224
<b>Total</b>			111694

Dalam perancangan, jumlah lampu yang dipasang tidak sepenuhnya mengikuti jumlah perhitungan dikarenakan faktor ketersediaan tempat. Berikut tabel antara perhitungan dengan perancangan:

**Tabel 4.13** Jumlah Lampu Perhitungan dan Perancangan 2

$\rho_c; \rho_w; \rho_f$	Perhitungan		Perancangan	
	TBS165	DN130B	TBS165	DN130B
0,8 ; 0,5 ; 0,3	25	26	25	26
0,7 ; 0,5 ; 0,3	26	26	25	26
0,5 ; 0,3 ; 0,1	33	26	33	26
0,3 ; 0,3 ; 0,1	34	26	33	26

Adapun hasil yang didapatkan pada simulasi perancangan 2 adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.14** Hasil Tingkat Pencahayaan dan *Uniformity* pada Perancangan 2

$\rho_c; \rho_w; \rho_f$	Tingkat Pencahayaan (lux)		<i>Uniformity</i>	
	Audience	Panggung	Audience	Panggung
0,8 ; 0,5 ; 0,3	363	362	0.57	0.7
0,7 ; 0,5 ; 0,3	358	358	0.57	0.72
0,5 ; 0,3 ; 0,1	413	243	0.46	0.78
0,3 ; 0,3 ; 0,1	415	307	0.45	0.69

Berikut hasil kerapatan daya pada perancangan 2:

**Tabel 4.15** Hasil Kerapatan Daya pada Perancangan 2

$\rho_c; \rho_w; \rho_f$	Kerapatan Daya (W/m <sup>2</sup> )
0,8 ; 0,5 ; 0,3	6.45
0,7 ; 0,5 ; 0,3	6.45

0,5 ; 0,3 ; 0,1	7.87
0,3 ; 0,3 ; 0,1	8.11

### 4.2.3 Perancangan 3

Simulasi pada perancangan 3, lampu yang dilakukan adalah lampu philips TBS165 4xTL5 14W HF sebagai sumber pencahayaan utama, kemudian terdapat lampu *downlight* dengan tipe DN130B D165 1xLED10S/840 yang terletak di sisi pinggir ruang dan panggung.

**Tabel 4.16** Spesifikasi Lampu Perancangan 3

	TBS165 4xTL	DN130B
Lumen	3356	1192
Daya (Watt)	61	11.6
Efikasi (Lm/Watt)	55	102.8
<i>Ballast</i>	HF Performer	-
<i>International Colour Code</i>	850	840

Untuk memperoleh jumlah lampu sesuai dengan kebutuhan dan standar yang ada, maka dilakukan perhitungan terlebih dahulu untuk semua variasi nilai reflektansi dengan menggunakan persamaan 2.2.

**Tabel 4.17** Perhitungan Jumlah Lampu Perancangan 3

#### Perancangan 3 (Philips TBS165 4xTL)

$\rho_c$	0.8	0.7	0.5	0.3
$\rho_w$	0.5	0.5	0.3	0.3
$\rho_f$	0.3	0.3	0.1	0.1
E standar (lux)	300	300	300	300
A (m <sup>2</sup> )	257.546	257.546	257.546	257.546
kp	0.85	0.82	0.69	0.67
kd	0.82	0.80	0.67	0.66
Lumen terhitung	117852.99	120801.18	143134.82	145288.05

Pada **tabel 4.17** telah didapatkan total lumen untuk ruang seminar. Karena di dalam ruang menggunakan 2 jenis lampu yaitu TL dan *downlight*. Untuk tipe *downlight* telah ditetapkan jumlahnya sehingga hanya perlu menghitung berapa kebutuhan untuk lampu TL.

**Tabel 4.18** Perancangan 3 dengan Reflektansi 0,8;0,5;0,3

Tipe Lampu	Lumen	Jumlah	Total
TBS165 4xTL	3360	25	84000
DN130 B	1192	26	30992
<b>Total</b>			114992

Dalam perancangan, jumlah lampu yang dipasang tidak sepenuhnya mengikuti jumlah perhitungan dikarenakan faktor ketersediaan tempat. Berikut tabel antara perhitungan dengan perancangan:

**Tabel 4.19** Jumlah Lampu Perhitungan dan Perancangan

$\rho_c; \rho_w; \rho_f$	Perhitungan		Perancangan	
	TBS165	DN130B	TBS165	DN130B
0,8 ; 0,5 ; 0,3	25	26	25	26
0,7 ; 0,5 ; 0,3	26	26	25	26
0,5 ; 0,3 ; 0,1	33	26	33	26
0,3 ; 0,3 ; 0,1	34	26	33	26

Adapun hasil yang didapatkan pada simulasi perancangan 3 adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.20** Hasil Tingkat Pencahayaan dan *Uniformity* pada Perancangan 3

$\rho_c; \rho_w; \rho_f$	Tingkat Pencahayaan (lux)		<i>Uniformity</i>	
	Audience	Panggung	Audience	Panggung
0,8 ; 0,5 ; 0,3	372	303	0.53	0.81
0,7 ; 0,5 ; 0,3	367	304	0.56	0.77
0,5 ; 0,3 ; 0,1	427	505	0.4	0.65
0,3 ; 0,3 ; 0,1	418	453	0.51	0.61

Berikut hasil kerapatan daya pada perancangan 3:

**Tabel 4.21** Hasil Kerapatan Daya pada Perancangan 3

$\rho_c; \rho_w; \rho_f$	Kerapatan Daya (W/m <sup>2</sup> )
0,8 ; 0,5 ; 0,3	7.10
0,7 ; 0,5 ; 0,3	7.10
0,5 ; 0,3 ; 0,1	9.00
0,3 ; 0,3 ; 0,1	9.00

Berikut hasil render dari perancangan 3:



**Gambar 4.4** Hasil Perancangan 3 Reflektansi 0,8;0,5;0,3

### 4.3 Pembahasan

Di dalam ruang seminar perpustakaan ITS hanya mengandalkan sistem pencahayaan buatan. Pencahayaan diabaikan dikarenakan nilai yang didapatkan sangat kecil sehingga dapat diabaikan. Dari sistem pencahayaan yang ada, beberapa lampu telah mati dan rumah lampu juga kotor. Sehingga cahaya yang dipancarkan menjadi tidak maksimal.

Dari hasil pengukuran pencahayaan buatan, didapatkan rata-rata sebesar 97 lux untuk pencahayaan umum, 128 lux untuk pencahayaan setempat, dan kerapatan daya sebesar  $6,11 \text{ W/m}^2$ . Dari hasil pengukuran tingkat pencahayaan, cukup jelas bahwa pencahayaan yang ada masih belum memenuhi standar yang ada yaitu sebesar 300 lux, maka perlu diadakannya perancangan pencahayaan pada ruang tersebut.

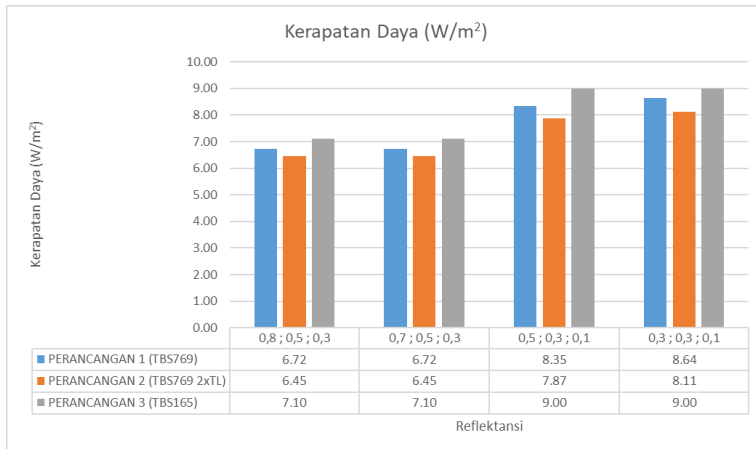
Dalam perancangan ini, dikatakan sesuai berdasarkan prioritas 4 kriteria yaitu:

1. Tingkat pencahayaan sebesar 300 lux
2. Kerapatan daya sesuai dengan SNI 6197-2011 yaitu  $12 \text{ W/m}^2$  dan *GreenShip Rating Tool* yaitu sebesar 80% dari SNI 6197-2011.
3. *Uniformity*
4. Penggunaan *ballast* elektronik dan atau lampu LED

Dalam perancangan ini, ketiga perancangan menggunakan kategori lampu tipe TBS milik philips dan kode keluarga lampu TL5. Lampu tipe TBS ini dirancang khusus dengan keunggulan:

1. Bentuknya ramping dan tertanam didalam langit-langit sehingga tidak menghilangkan estetika ruang
2. Dirancangan agar sesuai dengan berbagai jenis langit-langit
3. Menggunakan *electronic ballast*
4. Diperuntukan untuk bangunan kantor, edukasi, fasilitas kesehatan, ritel, industri.

Untuk keluarga lampu TL5 tergolong lampu hemat energi dan umum digunakan untuk *green building*. Dibandingkan dengan lampu *fluorescent* konvensional, lampu TL5 memiliki efikasi 40% lebih tinggi dan usia pakai lebih panjang.



**Gambar 4.5** Hasil Kerapatan Daya Semua Perancangan

Penghematan energi juga faktor yang perlu diperhatikan dalam sistem pencahayaan buatan. Hal ini sebagai tindakan mengurangi jumlah penggunaan energi. Penghematan energi secara efisien dapat menyebabkan berkurangnya biaya, serta meningkatkan nilai lingkungan serta kenyamanan. Dari sisi kaca mata yang lebih luas lagi, penghematan energi menurunkan konsumsi energi dan permintaan energi per kapita, sehingga dapat menutup meningkatnya kebutuhan energi akibat pertumbuhan populasi.

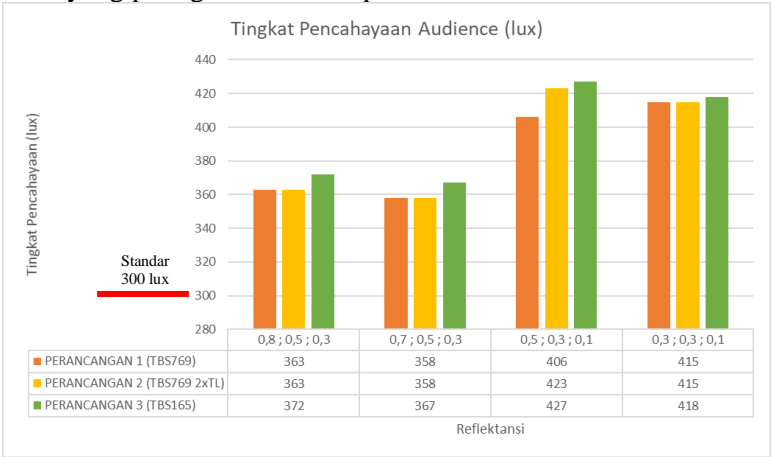
**Gambar 4.3** merupakan rangkuman dari hasil kerapatan daya. Terlihat bahwa dari perancangan yang telah dilakukan, kerapatan daya paling kecil dan paling hemat didapatkan pada perancangan 2 dengan variasi reflektansi 0,8;0,5;0,3 dan 0,7;0,5;0,3. Secara keseluruhan pada **tabel 4.23**, hasil kerapatan daya dari semua perancangan telah memenuhi standar yang ada, baik dari SNI maupun *Green Building EEC*. Dari SNI 6197-2011 menyatakan bahwa kerapatan daya maksimum adalah sebesar  $12 W/m^2$ . kemudian dari *Green Building EEC* adalah 20% lebih rendah dari SNI 6197-2011, sehingga didapatkan nilai  $9.6 W/m^2$ .

**Tabel 4.22** Hasil Kerapatan Daya

	$\rho_c; \rho_w; \rho_f$	Kerapatan Daya (W/m <sup>2</sup> )			
		Hasil	SNI 6197-2011	<i>Green Building EEC</i> [6]	Keterangan
Perancangan 1	0,8 ; 0,5 ; 0,3	6.72	12	9.6	Memenuhi
	0,7 ; 0,5 ; 0,3	6.72			
	0,5 ; 0,3 ; 0,1	8.35			
	0,3 ; 0,3 ; 0,1	8.64			
Perancangan 2	0,8 ; 0,5 ; 0,3	6.45			
	0,7 ; 0,5 ; 0,3	6.45			
	0,5 ; 0,3 ; 0,1	7.87			
	0,3 ; 0,3 ; 0,1	8.11			
Perancangan 3	0,8 ; 0,5 ; 0,3	7.10			
	0,7 ; 0,5 ; 0,3	7.10			
	0,5 ; 0,3 ; 0,1	9.00			
	0,3 ; 0,3 ; 0,1	9.00			

Dari parameter tingkat pencahayaan, **gambar 4.6** dan **4.7** menunjukkan hasil untuk area *audience* dan panggung. Keseluruhan tingkat pencahayaan telah memenuhi standar. Jumlah lampu berdasarkan perhitungan ternyata terbukti dapat memenuhi

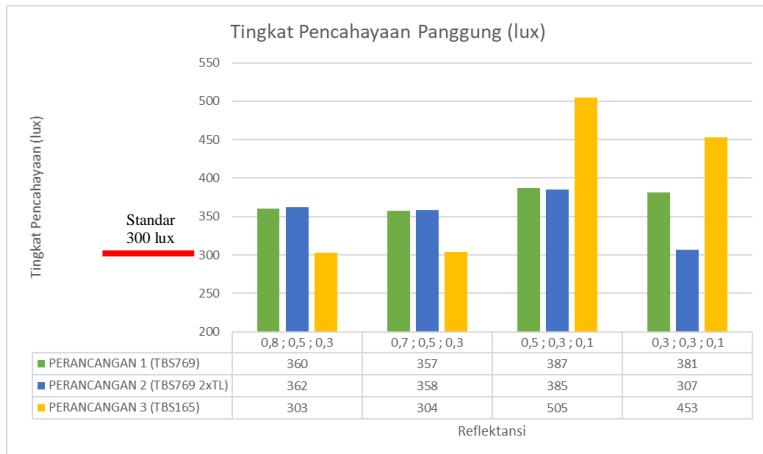
tingkat pencahayaan yang dibutuhkan. Dapat kita lihat juga bahwa semakin rendah nilai reflektansi maka semakin banyak jumlah lampu yang dibutuhkan sehingga tingkat pencahayaan yang dihasilkan juga meningkat. Karena kerapatan daya dari keseluruhan perancangan telah memenuhi, maka manapun perancangan dapat dipilih. Namun sebaiknya perancangan 2 dengan nilai 358 lux dipilih karena nilai tersebut memiliki nilai lebih yang paling kecil terhadap nilai standar 300 lux.



**Gambar 4.6** Tingkat Pencahayaan Audience

Pada **tabel 4.7** dapat kita lihat bahwa jumlah lampu yang digunakan pada variasi reflektansi 0,8;0,5;0,3 dan 0,7;0,5;0,3 adalah sejumlah 34. Namun tingkat pencahayaan yang dihasilkan berbeda. Hal tersebut menunjukkan bahwa reflektansi akan mempengaruhi nilai tingkat pencahayaan. Sehingga dengan jumlah lampu yang sama disarankan untuk memilih material/cat dengan nilai reflektansi yang tinggi. Dengan lampu yang seminimal mungkin diharapkan akan menghemat daya namun dapat memenuhi standar tingkat pencahayaan yang ada.

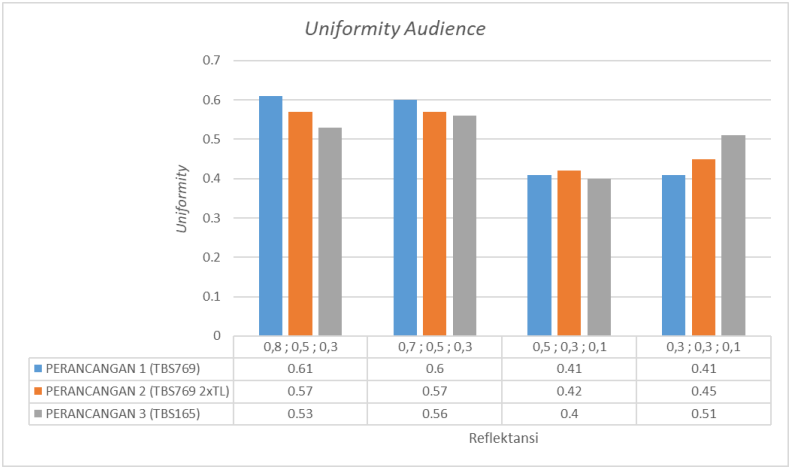




**Gambar 4.7** Tingkat Pencahayaan Panggung

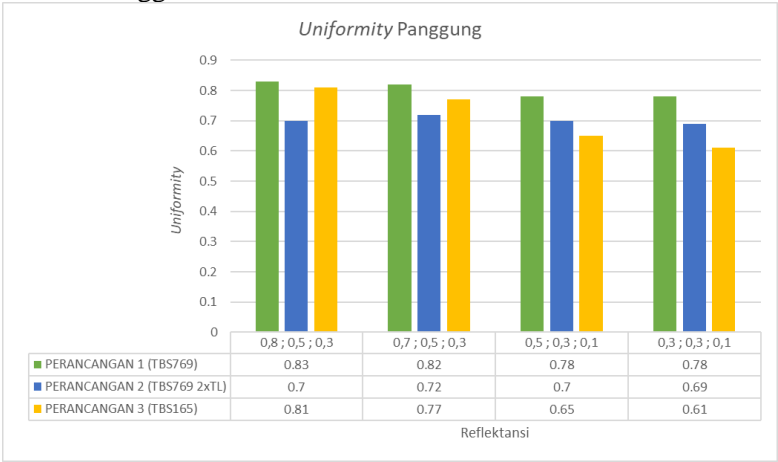
*Uniformity* pada daerah panggung dapat tercapai lebih tinggi daripada daerah *audience* dikarenakan daerah panggung lebih kecil sehingga keseragaman sebaran cahaya lampu lebih mudah dicapai dan diatur. Dalam standar SNI yang digunakan, tidak diatur mengenai nilai *uniformity* yang harus dicapai. *Uniformity* hanya berprinsip semakin tinggi nilainya maka semakin bagus. Jika bernilai 1 artinya keseluruhan sisi ruang memiliki tingkat pencahayaan yang sama besar. Pada **gambar 4.8**, 3 hasil *uniformity* terbaik pada daerah *audience* adalah sebesar 0,61 yaitu pada perancangan 1 kemudian 0,60 pada perancangan 1 dan 0,57 pada perancangan 2.

Pada **gambar 4.9**, 3 hasil *uniformity* terbaik pada daerah panggung adalah sebesar 0,83 dan 0,82 pada perancangan 1 dan 0,81 pada perancangan 3.



**Gambar 4.8** Hasil *Uniformity Audience*

Dapat kita lihat bahwa nilai keseragaman tidak ditentukan oleh banyaknya jumlah lampu, namun berdasarkan sudut distribusi lampu dan tatanan lampu. Semakin tinggi rata-rata tingkat pencahayaan juga tidak menjamin bahwa keseragaman akan semakin tinggi.



**Gambar 4.9** Hasil *Uniformity Panggung*

Berdasarkan kerapatan daya, maka penulis merekomendasikan perancangan 2 dengan reflektansi langit-langit sebesar 0,8; tembok sebesar 0,5; lantai sebesar 0,3. Pemilihan material dengan nilai reflektansi yang lebih tinggi akan mempengaruhi tingkat pencahayaan seperti yang dijelaskan sebelumnya. Kemudian, daya yang dihasilkan merupakan terhemat dari perancangan lainnya. Tingkat pencahayaan yang dihasilkan juga memenuhi standar meskipun nilai keseragaman yang dihasilkan hanya sebesar 0,57. Lampu yang digunakan juga tergolong lampu hemat energi dengan kategori energi A dan memiliki efikasi paling tinggi diantara lampu lainnya yakni sebesar 63 lm/W. Untuk renderasi warna, lampu ini memiliki renderasi antara 80-89 dan temperatur warna 4000 K (*warm white*) yang telah memenuhi SNI 6197-2011.

*“ Halaman ini memang dikosongkan ”*

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Penelitian tugas akhir ini membuat perancangan pencahayaan buatan pada ruang seminar perpustakaan ITS Surabaya dan didapatkan hasil penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Dari hasil pengukuran kuantitatif, dihasilkan tingkat pencahayaan umum sebesar 97 lux dan setempat sebesar 128 lux. Tingkat pencahayaan yang ada belum memenuhi standar yang ada yaitu sebesar 300 lux.
- b. Berdasarkan beberapa parameter yang sudah dianalisis, perancangan ini memiliki kelayakan untuk digunakan tidak hanya sekedar tingkat pencahayaannya namun juga menjadi ruangan yang hemat energi. Pengukuran pada penelitian selanjutnya. Hasil paling optimum pada perancangan 2 dengan reflektansi langit-langit sebesar 0,8; tembok sebesar 0,5; lantai sebesar 0,3. Lampu yang digunakan juga tergolong lampu hemat energi dengan kategori energi A. Kerapatan daya sebesar 6,45 W/m<sup>2</sup>. tingkat pencahayaan *audience* 363 lux dan panggung 362 lux. Keseragaman sebesar 0,57 dan efikasi lampu 63 lm/W. Untuk renderasi warna, lampu ini memiliki renderasi antara 80-89 dan temperatur warna 4000 K (*warm white*)

#### **5.2 Saran**

Penulis memberikan saran untuk pengembangan penelitian lebih lanjut sebagai berikut:

- a. Perancangan dapat diperlengkapi dengan denah diagram perkabelan lampu
- b. Untuk pihak perpustakaan ITS, tidak harus menggunakan tipe lampu yang sama, namun mengikuti spesifikasi lumen, kode lampu (renderasi dan temperatur warna), sudut distribusi, dan daya.
- c. Penggunaan lampu TL yang lebih hemat dengan efikasi diatas 100 dapat digunakan, namun saat ini belum ada file IES dari philips untuk simulasi lampu tersebut.

*“ Halaman ini memang dikosongkan ”*

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. J. Soegandhi, H. C. dan P. E. Dora, "Optimasi Sistem Pencahayaan Buatan pada Budget Hotel di Surabaya," *JURNAL INTRA*, vol. 3, pp. 45-56, 2015.
- [2] P. K. Oetomo dan H. C. Indriani, "Surabaya, Sistem Pencahayaan pada Kantor Sequislife di Gedung Intiland Tower," *JURNAL INTRA*, vol. 1, pp. 1-6, 2013.
- [3] T. Nugraheni, Perancangan Pencahayaan Buatan di Aula B.G. Munaf ITS, Surabaya: ITS Surabaya, 2017.
- [4] N. L. Latifah, Fisika Bangunan, 2 penyunt., L. Kurniawan, Penyunt., Jakarta: Griya Kreasi, 2015.
- [5] D. L. DiLaura, K. W. Houser, R. G. Mistrick dan G. R. Steffy, The Lighting Handbook, vol. Tenth Edition, United States of America: Illuminating Engineering Society of North America, 2011.
- [6] G. B. C. Indonesia, Greenship Existing Building Version 1.1, Jakarta: Green Building Council Indonesia, 2016.
- [7] M. A. Laughton dan D. J. Warne, Electrician's Engineer's Reference Book, 16, Penyunt., Great Britain: Elsevier Science, 2003.
- [8] D. o. t. E. a. Energy, The Installer's Guide to Lighting Design, Crown, 2002.
- [9] I. Akmal, Lighting, Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama, 2006.
- [10] B. S. Nasional, SNI 6197:2011 Konservasi Energi pada Sistem Pencahayaan, Jakarta: BSN, 2011.
- [11] B. S. Nasional, Pengukuran Intensitas Penerangan di Tempat Kerja, Vol. %1 dari %2SNI 16-7062-2004, Jakarta: BSN, 2004.

- [12] B. S. Nasional, Tata Cara Perancangan Sistem Perancangan Buatan pada Bangunan Gedung, Jakarta: BSN, 2001.



**LAMPIRAN A**  
**Hasil Tingkat Pencahayaan Setempat**

Titik	Tingkat Pencahayaan	Rata-rata
1	141	141
	141	
	142	
2	190	190
	190	
	191	
3	131	131
	131	
	130	
4	150	152
	152	
	153	
5	108	108
	108	
	107	
6	123	124
	123	
	127	
7	138	138
	138	
	137	
8	163	164
	164	
	165	

9	132	132
	132	
	132	
10	167	167
	168	
	167	
11	121	121
	120	
	121	
12	170	169
	168	
	170	
13	58	58
	57	
	58	
14	92	92
	92	
	92	
15	162	162
	162	
	163	
16	113	113
	114	
	113	
17	155	155
	154	
	156	
18	100	100
	100	
	99	

19	88	88
	88	
	88	
20	99	98
	98	
	98	
21	108	107
	107	
	107	
22	88	88
	87	
	88	
23	103	102
	102	
	102	
24	124	124
	124	
	124	
25	105	104
	104	
	103	
26	125	124
	124	
	124	
27	158	158
	158	
	158	
28	120	119
	117	
	119	

29	156	156
	156	
	156	
30	155	154
	154	
	153	
31	118	117
	117	
	117	
32	140	139
	139	
	139	
33	129	129
	128	
	129	
34	156	156
	156	
	156	
35	109	109
	109	
	109	
36	152	152
	153	
	152	
37	83	83
	83	
	83	
38	93	93
	93	
	93	

39	94	94
	94	
	94	
40	124	124
	123	
	124	
41	119	119
	118	
	119	
42	140	140
	140	
	141	
43	132	132
	132	
	132	
44	170	170
	170	
	170	
45	94	94
	94	
	94	
46	124	123
	123	
	123	
47	127	127
	126	
	127	
48	147	147
	146	

	147	
49	130	130
	130	
	131	
	131	
50	160	159
	159	
	159	
	159	
51	106	105
	105	
	105	
	105	
52	121	121
	121	
	121	
	121	
53	136	136
	136	
	136	
	137	
54	176	175
	175	
	175	
	175	
55	146	146
	146	
	146	
	145	
56	183	183
	183	
	183	
	183	
57	136	136
	135	
	135	
	136	

58	177	177
	177	
	177	
59	103	102
	102	
	102	
60	115	114
	114	
	114	
61	91	91
	91	
	91	
62	103	102
	102	
	101	

**Rata-rata**

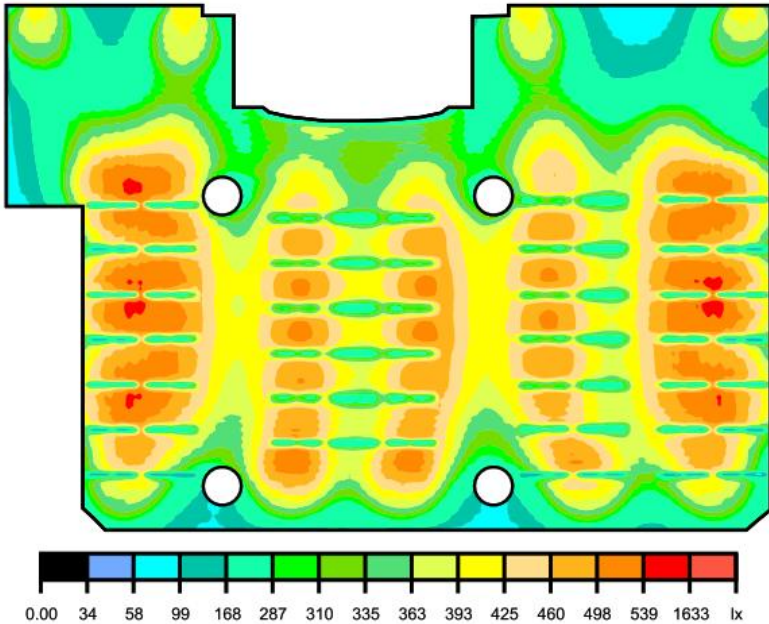
128

*“ Halaman ini memang dikosongkan ”*

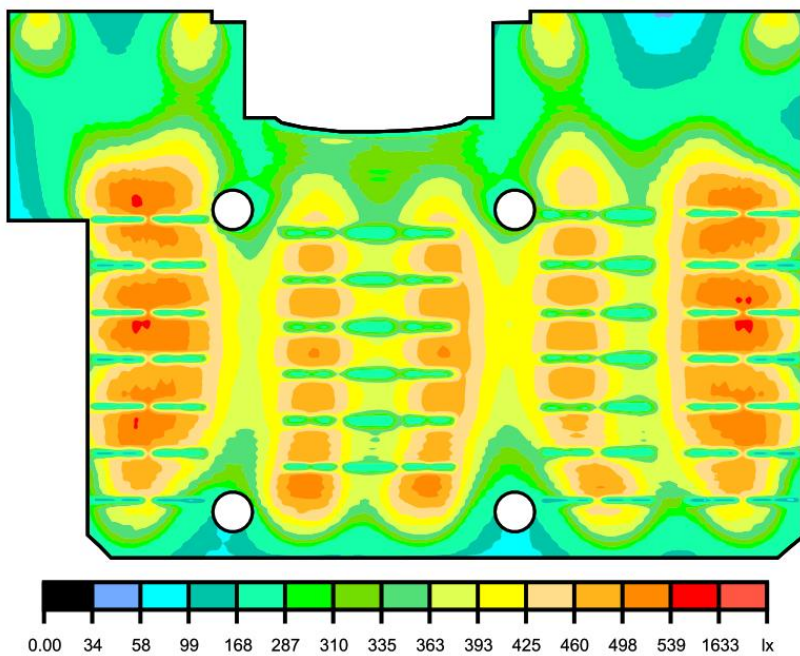


**LAMPIRAN B**  
**Persebaran Tingkat Pencahayaan pada Daerah**  
*Audience*

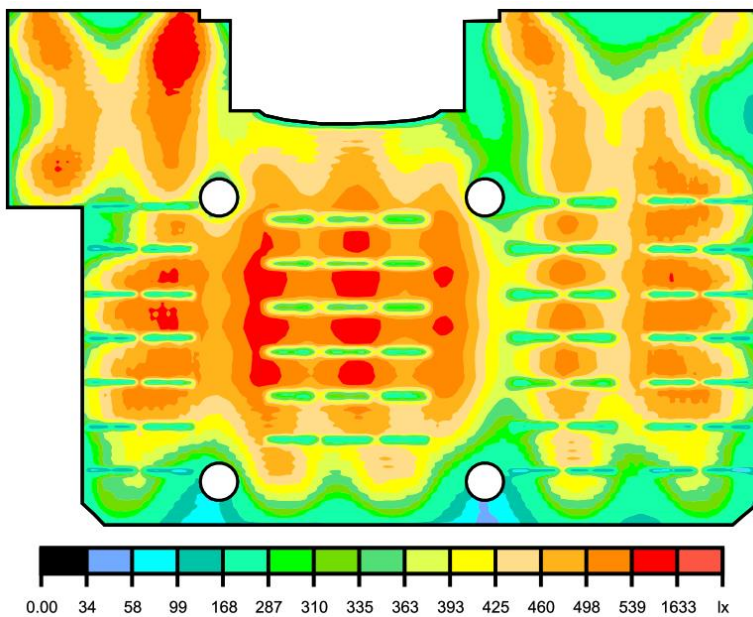
1. Perancangan 1
  - Reflektansi 0,8;0,5;0,3



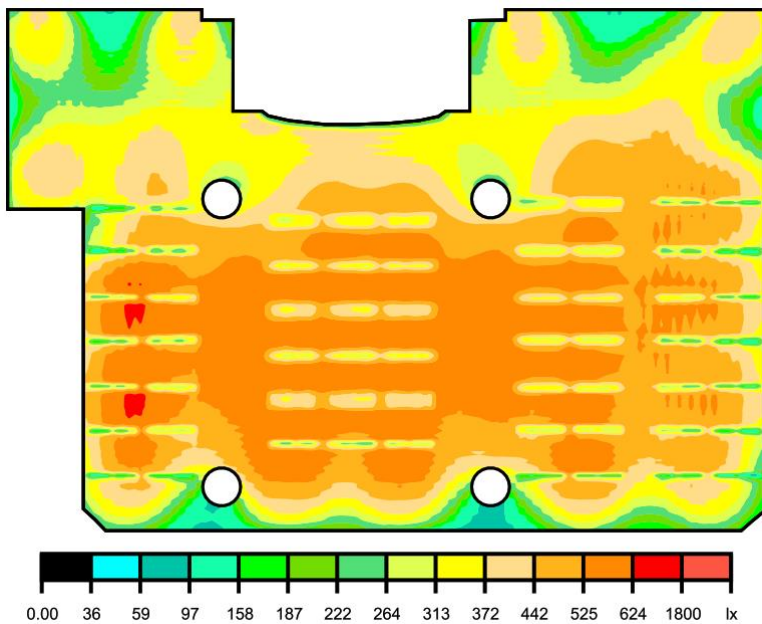
- Reflektansi 0,7;0,5;0,3



- Reflektansi 0,5;0,3;0,1

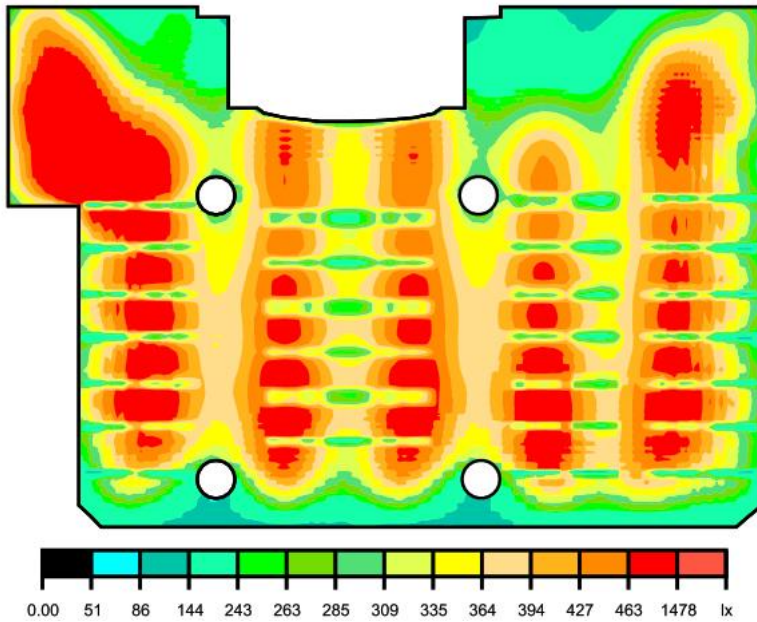


- Reflektansi 0,3;0,3;0,1

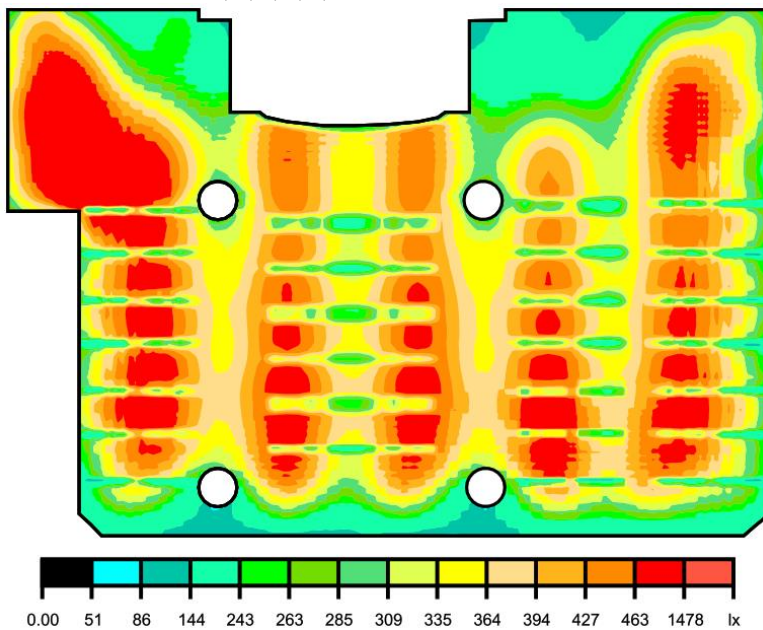


## 2. Perancangan 2

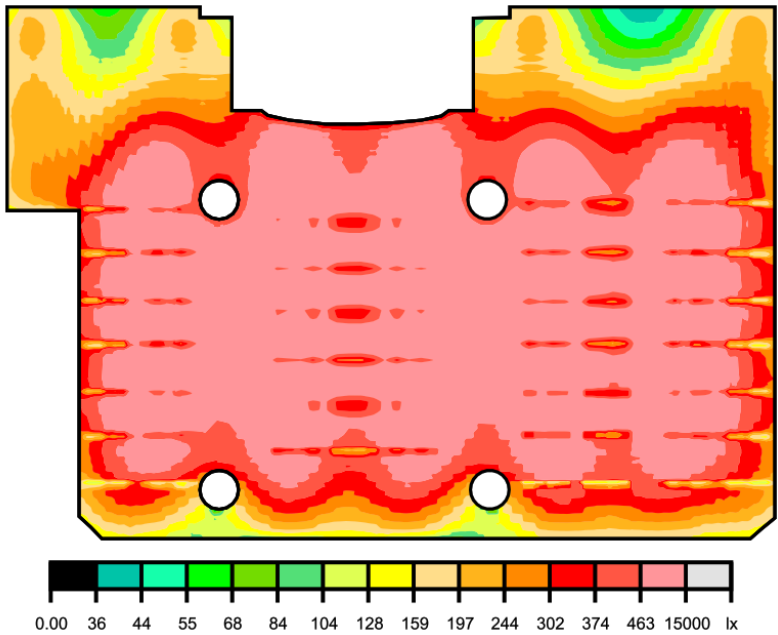
- Reflektansi 0,8;0,5;0,3



- Reflektansi 0,7;0,5;0,3

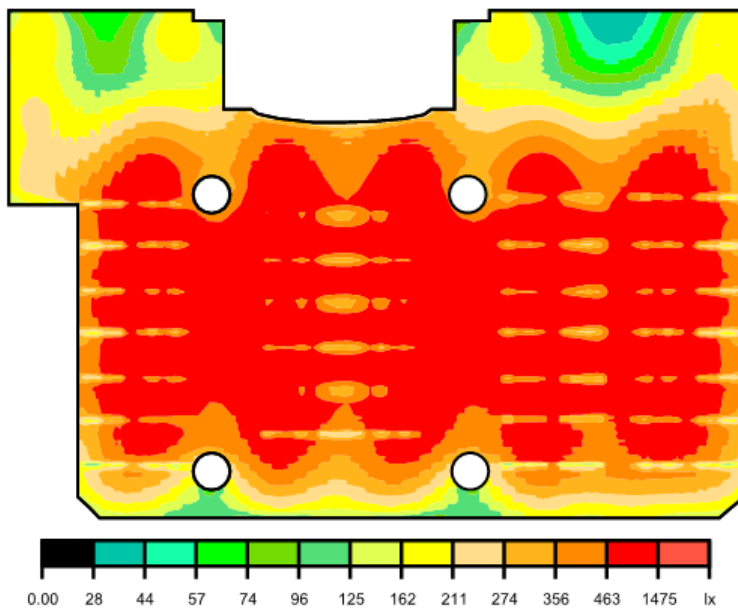


- Reflektansi 0,5;0,3;0,1



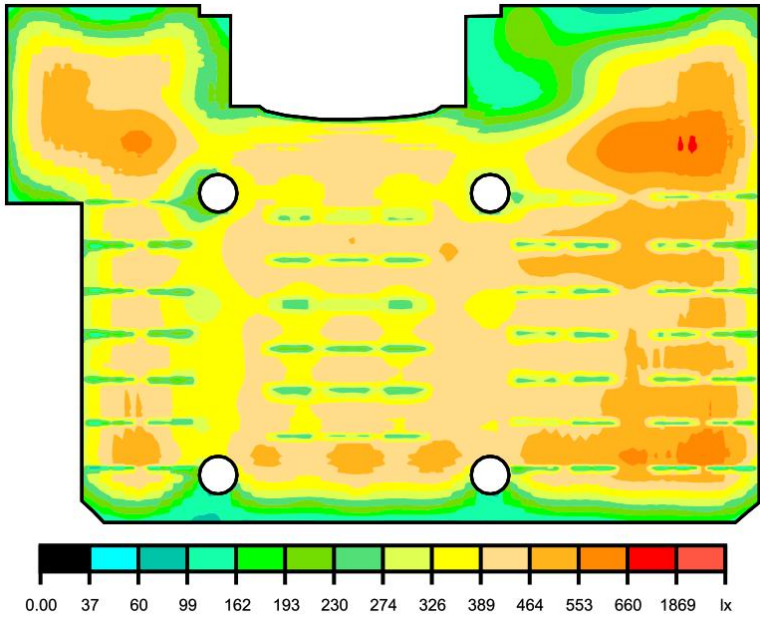
- Reflektansi 0,3;0,3;0,1

**False colours [lx]**

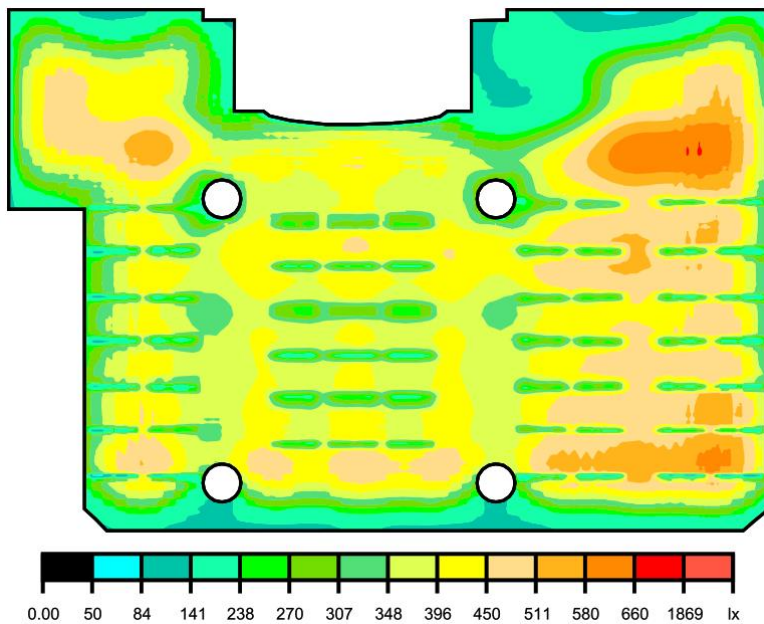




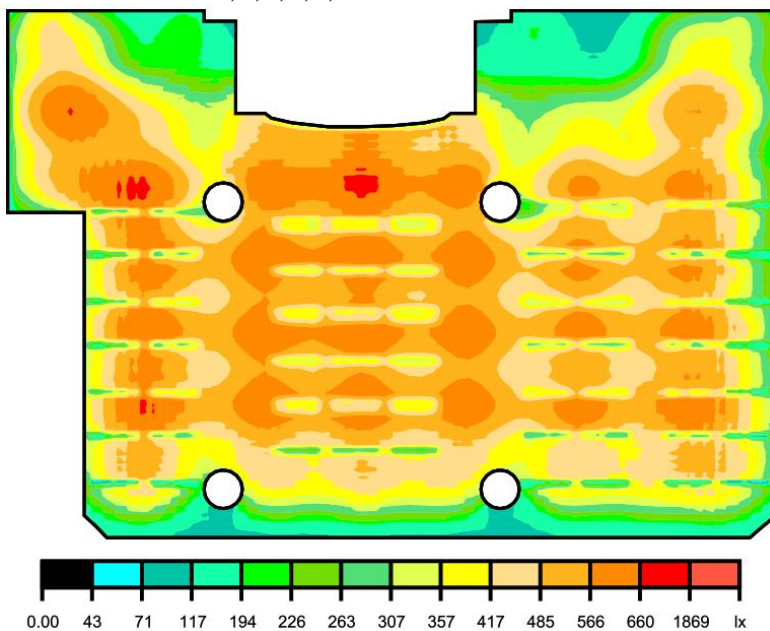
3. Perancangan 3  
- Reflektansi 0,8;0,5;0,3



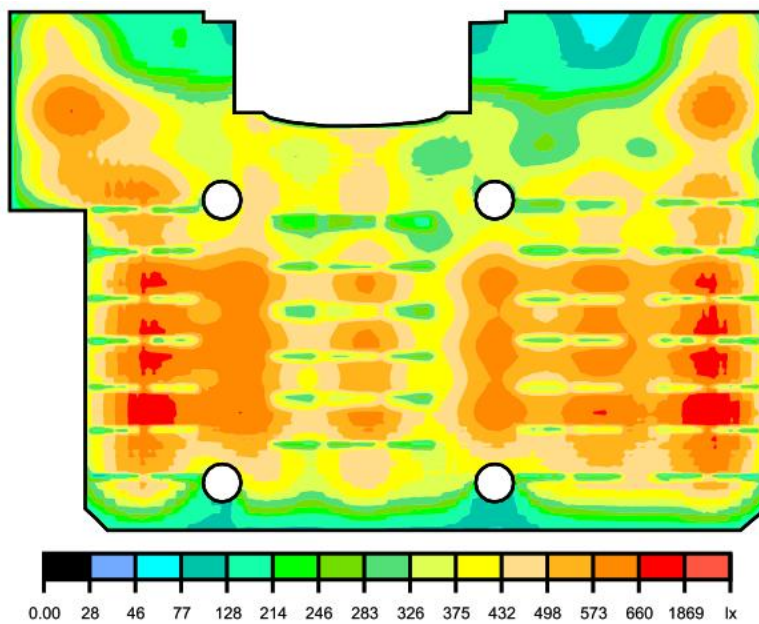
- Reflektansi 0,7;0,5;0,3



- Reflektansi 0,5;0,3;0,1



- Reflektansi 0,3;0,3;0,1



## LAMPIRAN C

### Persebaran Tingkat Pencahayaan pada Daerah Panggung

#### 1. Perancangan 1

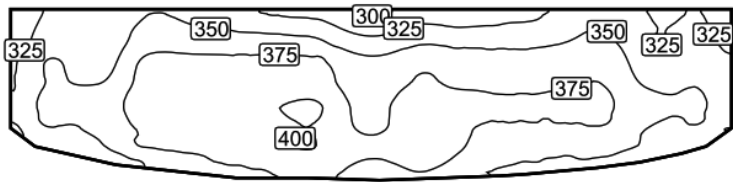
- Reflektansi 0,8;0,5;0,3

**Meja Panggung: Perpendicular illuminance (adaptive) (Surface)**

**Light scene: Ruang Seminar**

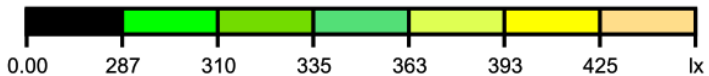
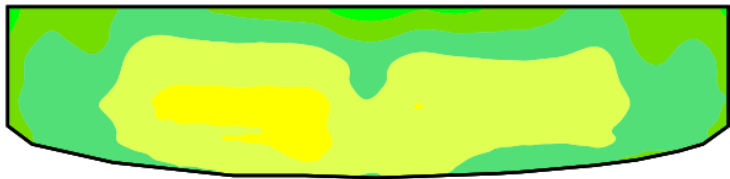
Average: 360 lx, Min: 298 lx, Max: 403 lx, Min/average: 0.83, Min/max: 0.74

#### Isolines [lx]



Scale: 1 : 50

#### False colours [lx]



Scale: 1 : 50

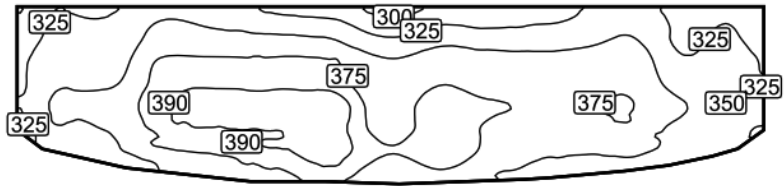
- Reflektansi 0,7;0,5;0,3

**Meja Panggung: Perpendicular illuminance (adaptive) (Surface)**

**Light scene: Ruang Seminar**

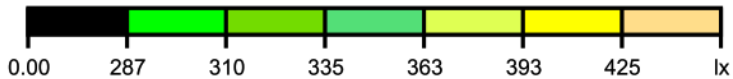
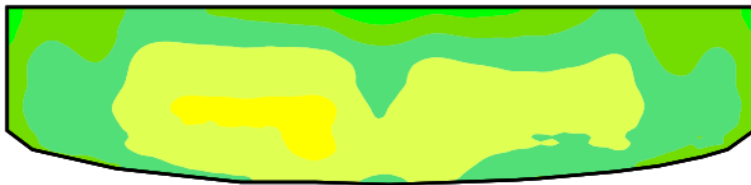
Average: 357 lx, Min: 294 lx, Max: 400 lx, Min/average: 0.82, Min/max: 0.74

### Isolines [lx]



Scale: 1 : 50

### False colours [lx]



Scale: 1 : 50

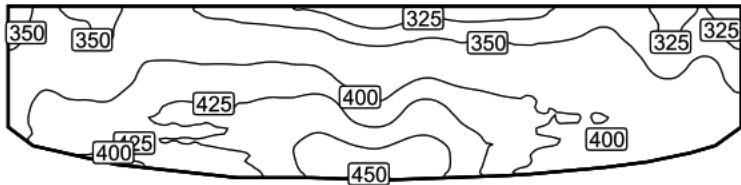
- Reflektansi 0,5;0,3;0,1

**Meja Pangung: Perpendicular illuminance (adaptive) (Surface)**

**Light scene: Ruang Seminar**

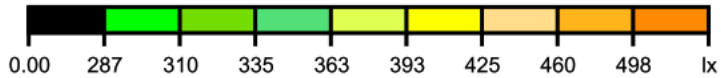
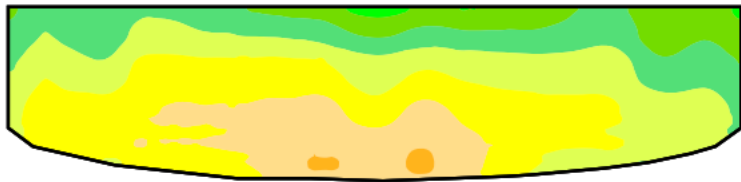
Average: 387 lx, Min: 303 lx, Max: 464 lx, Min/average: 0.78, Min/max: 0.65

### Isolines [lx]



Scale: 1 : 50

### False colours [lx]



Scale: 1 : 50

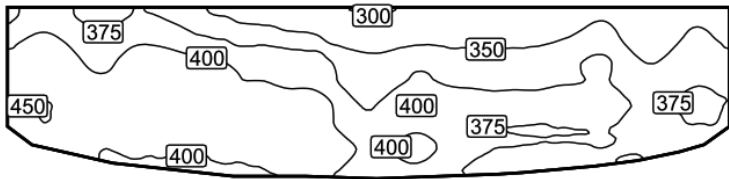
- Reflektansi 0,3;0,3;0,1

**Meja Panggung: Perpendicular illuminance (adaptive) (Surface)**

**Light scene: Ruang Seminar**

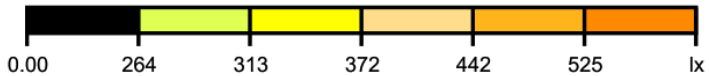
Average: 381 lx, Min: 296 lx, Max: 453 lx, Min/average: 0.78, Min/max: 0.65

**Isolines [lx]**



Scale: 1 : 50

**False colours [lx]**



Scale: 1 : 50



## 2. Perancangan 2

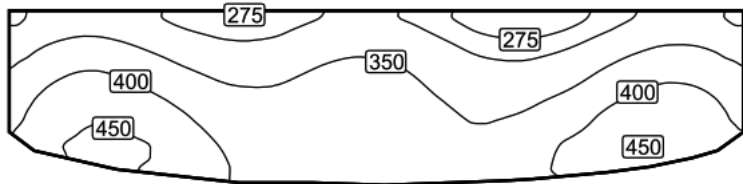
- Reflektansi 0,8;0,5;0,3

**Meja Panggung: Perpendicular illuminance (adaptive) (Surface)**

**Light scene: Ruang Seminar**

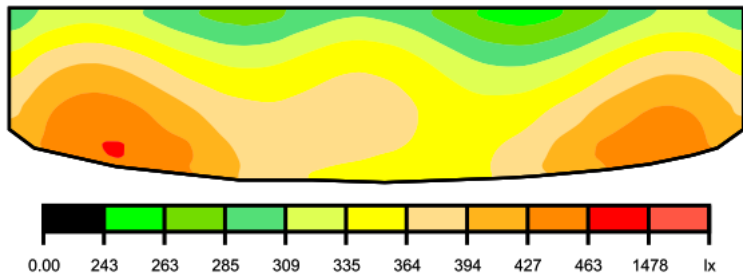
Average: 362 lx, Min: 254 lx, Max: 464 lx, Min/average: 0.70, Min/max: 0.55

### Isolines [lx]



Scale: 1 : 50

### False colours [lx]



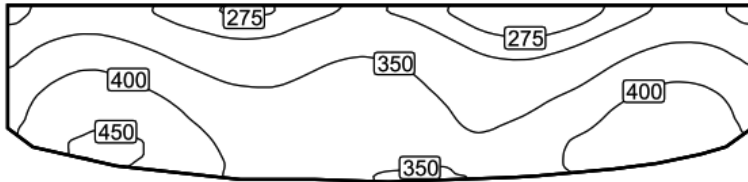
- Reflektansi 0,7;0,5;0,3

**Meja Panggung: Perpendicular illuminance (adaptive) (Surface)**

**Light scene: Ruang Seminar**

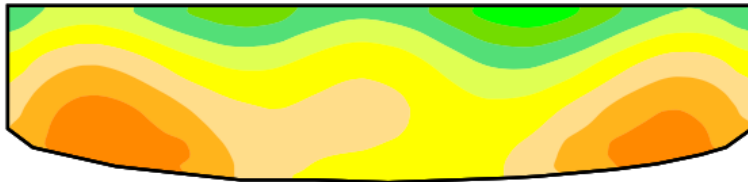
Average: 358 lx, Min: 250 lx, Max: 460 lx, Min/average: 0.70, Min/max: 0.54

**Isolines [lx]**



Scale: 1 : 50

**False colours [lx]**



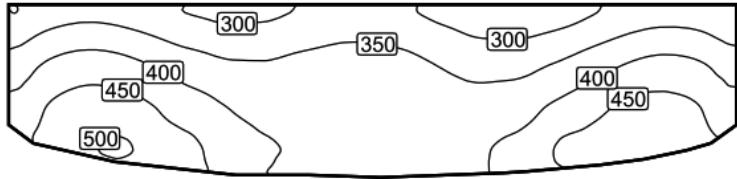
- Reflektansi 0,5;0,3;0,1

**Meja Panggung: Perpendicular illuminance (adaptive) (Surface)**

**Light scene: Ruang Seminar**

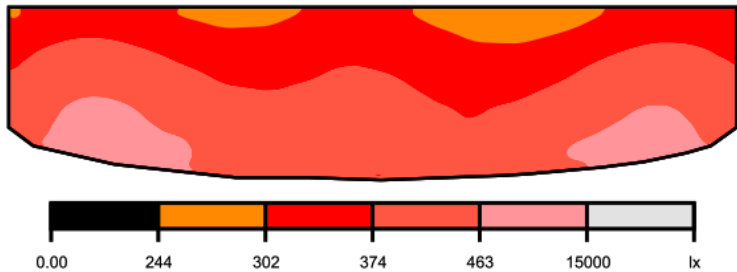
Average: 385 lx, Min: 268 lx, Max: 505 lx, Min/average: 0.70, Min/max: 0.53

### Isolines [lx]



Scale: 1 : 50

### False colours [lx]



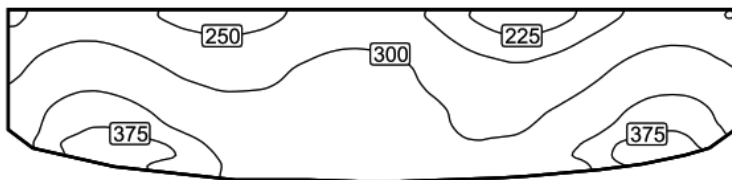
- Reflektansi 0,3;0,3;0,1

**Meja Panggung: Perpendicular illuminance (adaptive) (Surface)**

**Light scene: Ruang Seminar**

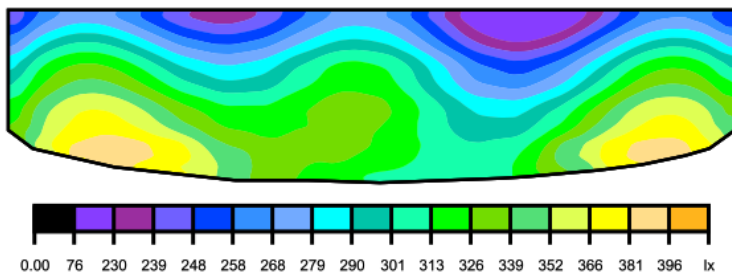
Average: 307 lx, Min: 211 lx, Max: 392 lx, Min/average: 0.69, Min/max: 0.54

### Isolines [lx]



Scale: 1 : 50

### False colours [lx]



### 3. Perancangan 3

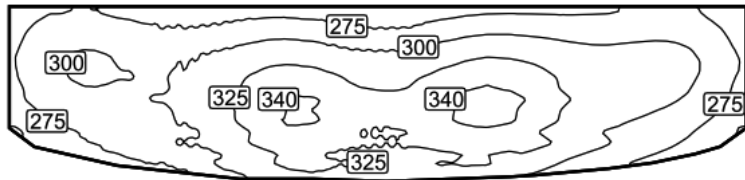
- Reflektansi 0,8;0,5;0,3

**Meja Panggung: Perpendicular illuminance (adaptive) (Surface)**

**Light scene: Ruang Seminar**

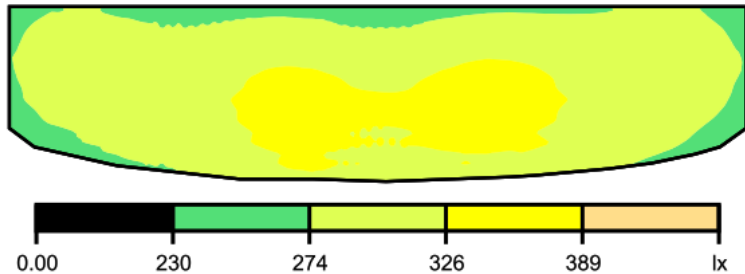
Average: 303 lx, Min: 246 lx, Max: 345 lx, Min/average: 0.81, Min/max: 0.71

#### Isolines [lx]



Scale: 1 : 50

#### False colours [lx]



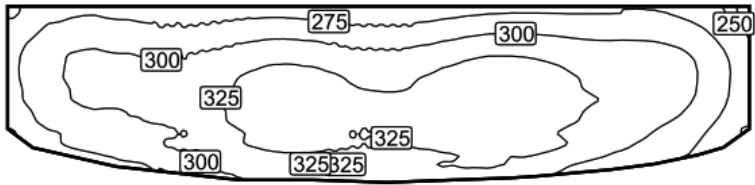
- Reflektansi 0,7;0,5;0,3

**Meja Panggung: Perpendicular illuminance (adaptive) (Surface)**

**Light scene: Ruang Seminar**

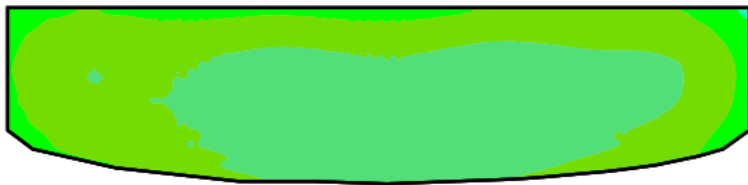
Average: 304 lx, Min: 233 lx, Max: 347 lx, Min/average: 0.77, Min/max: 0.67

**Isolines [lx]**



Scale: 1 : 50

**False colours [lx]**



Scale: 1 : 50

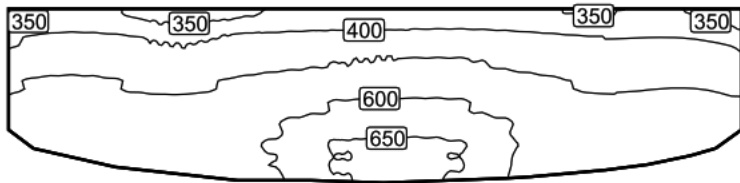
- Reflektansi 0,5;0,3;0,1

**Meja Panggung: Perpendicular illuminance (adaptive) (Surface)**

**Light scene: Ruang Seminar**

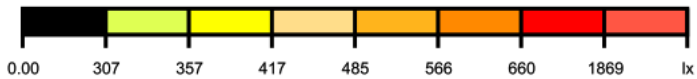
Average: 505 lx, Min: 327 lx, Max: 677 lx, Min/average: 0.65, Min/max: 0.48

### Isolines [lx]



Scale: 1 : 50

### False colours [lx]



Scale: 1 : 50

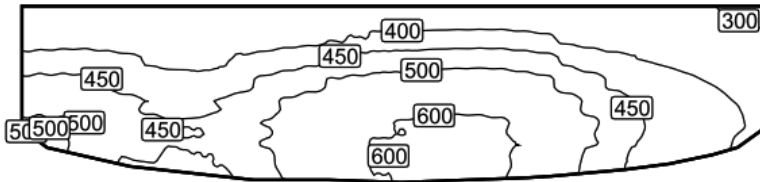
- Reflektansi 0,3;0,3;0,1

**Meja Panggung: Perpendicular illuminance (adaptive) (Surface)**

**Light scene: Ruang Seminar**

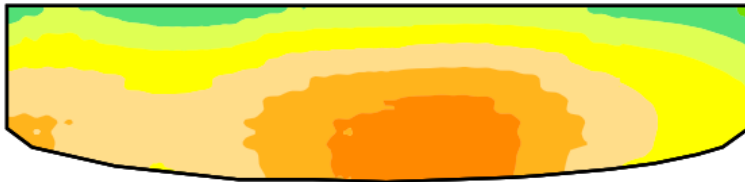
Average: 453 lx, Min: 277 lx, Max: 639 lx, Min/average: 0.61, Min/max: 0.43

### Isolines [lx]



Scale: 1 : 50

### False colours [lx]


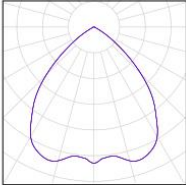

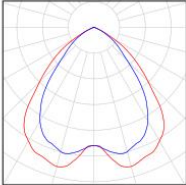

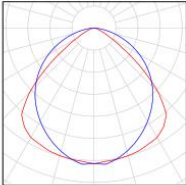





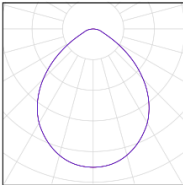
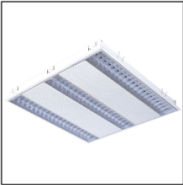
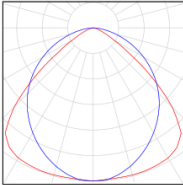
## LAMPIRAN D

### Lampu yang Digunakan dalam Perancangan


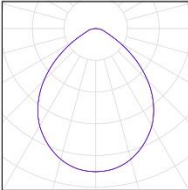
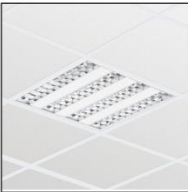
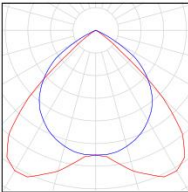
#### 1. Perancangan 1

Luminaire (Luminous emittance)		
Philips Lighting - DN470B IP44 1xLED20S/840 C Luminous emittance 1 Fitting: 1xLED20S/840/- Light output ratio: 100.48% Lamp luminous flux: 2200 lm Luminaire luminous flux: 2211 lm Power: 18.3 W Luminous efficacy: 120.8 lm/W  Colourimetric data 1xLED20S/840/-: CCT 3000 K, CRI 100		
Philips Lighting - FBS120 2xPL-C/4P26W HF PG_840 Luminous emittance 1 Fitting: 2xPL-C/4P26W/840 Light output ratio: 42.38% Lamp luminous flux: 3600 lm Luminaire luminous flux: 1526 lm Power: 54.0 W Luminous efficacy: 28.3 lm/W  Colourimetric data 2xPL-C/4P26W/840: CCT 3000 K, CRI 100		
Philips Lighting - TBS769 1xTL5-35W HFP M-D_865 Luminous emittance 1 Fitting: 1xTL5-35W/865 Light output ratio: 72.89% Lamp luminous flux: 3100 lm Luminaire luminous flux: 2260 lm Power: 38.0 W Luminous efficacy: 59.5 lm/W  Colourimetric data 1xTL5-35W/865: CCT 3000 K, CRI 100		

## 2. Perancangan 2

Luminaire (Luminous emittance)	
Philips Lighting - DN130B D165 1xLED10S/840 Luminous emittance 1 Fitting: 1xLED10S/840/- Light output ratio: 91.72% Lamp luminous flux: 1300 lm Luminaire luminous flux: 1192 lm Power: 11.6 W Luminous efficacy: 102.8 lm/W  Colourimetric data 1xLED10S/840/-: CCT 3000 K, CRI 100	 
Philips Lighting - TBS769 2xTL5-28W HFP M-D_840 Luminous emittance 1 Fitting: 2xTL5-28W/840 Light output ratio: 73.89% Lamp luminous flux: 5250 lm Luminaire luminous flux: 3879 lm Power: 61.0 W Luminous efficacy: 63.6 lm/W  Colourimetric data 2xTL5-28W/840: CCT 3000 K, CRI 100	 

## 3. Perancangan 3

Luminaire (Luminous emittance)	
Philips Lighting - DN130B D165 1xLED10S/840 Luminous emittance 1 Fitting: 1xLED10S/840/- Light output ratio: 91.72% Lamp luminous flux: 1300 lm Luminaire luminous flux: 1192 lm Power: 11.6 W Luminous efficacy: 102.8 lm/W  Colourimetric data 1xLED10S/840/-: CCT 3000 K, CRI 100	 
Philips Lighting - TBS165 K 4xTL5-14W HFP C6_850 Luminous emittance 1 Fitting: 4xTL5-14W/850 Light output ratio: 69.91% Lamp luminous flux: 4800 lm Luminaire luminous flux: 3356 lm Power: 61.0 W Luminous efficacy: 55.0 lm/W  Colourimetric data 4xTL5-14W/850: CCT 3000 K, CRI 100	 

## LAMPIRAN E

### Dokumentasi pengambilan data di ruang seminar ITS Surabaya



*Area Audience*



Area Panggung



Penggunaan *luxmeter*

*“ Halaman ini memang dikosongkan ”*

## BIODATA PENULIS



Nama penulis Pieter Karunia Deo dilahirkan di Kediri, tanggal 14 Juli 1996 dari Papa yang bernama Suminto dan Mama yang bernama Soesilowati. Saat ini penulis tinggal di Banjaran Gg. I nomor 118, Kecamatan Kota, Kota Kediri, Provinsi Jawa Timur. Penulis aktif di laboratorium Vibrasi dan Akustik sebagai asisten sejak tahun kedua perkuliahan. Selain perkuliahan, penulis juga aktif sebagai *freelance photographer*.

2 minggu setelah sidang, penulis akan pergi ke Korea untuk mengikuti program training. Puji Syukur kepada Tuhan Yesus Kristus yang telah memberikan segala kelimpahan, kekuatan, dan berkatNya. Dengan berpegang pada Yeremia 29:11, “Sebab aku ini mengetahui rancangan-rancangan apa yang ada padaKu mengenai kamu, demikianlah firman Tuhan, yaitu rancangan damai sejahtera dan bukan rancangan kecelakaan, untuk memberikan hari depan yang penuh harapan”.

Pada bulan Juli 2018 penulis telah menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **Perancangan Pencehayaan Buatan pada Ruang Seminar Perpustakaan ITS Surabaya**. Bagi pembaca yang memiliki kritik, saran atau ingin berdiskusi lebih lanjut mengenai tugas akhir ini, maka dapat menghubungi penulis melalui email : [pieterkd@gmail.com](mailto:pieterkd@gmail.com)